

Untersuchung verschiedener Meßstrecken
am Tibiakopf und Bestimmung des Index
nach INSALL-SALVATI bei Patienten
mit und ohne Chondropathia patellae

Gertrud Mader



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554815_0093

Aus der Orthopädischen Abteilung des Krankenhauses
der Barmherzigen Brüder in München

Leiter der Orthopädischen Abteilung: Prof. Dr. W. Gördes

Untersuchung verschiedener Meßstrecken am Tibiakopf und
Bestimmung des Index nach INSALL-SALVATI bei Patienten
mit und ohne Chondropathia patellae.

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Gertrud Mader

aus
Murnau

Jahr
1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Werner Gördes

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Wirth

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: -----

Dekan: Prof. Dr. med. Wolfgang Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 30.07.86

UNTERSUCHUNG VERSCHIEDENER MESS-STRECKEN AM TIBIAKOPF
UND BESTIMMUNG DES INDEX NACH INSALL-SALVATI, BEI PATIEN-
TEN MIT UND OHNE CHONDROPATHIA PATELLAE.

	Seite
1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	5
2. HAUPTTEIL	
2.1 Anatomische und entwicklungsgeschichtliche Grundlagen	8
2.2 Aufbau und Funktion des Gelenkknorpels	11
2.3 Zur Biomechanik des femoropatellaren Gelenks	14
2.3.1. Verschiedene Aspekte der Tuberositasvorverlagerung nach MAQUET-BANDI	15
2.3.2. Die Rolle der Patella alta als prädisponierender Faktor für Chondropathia patellae	19
2.4 Radiologische Methoden und deren Stellenwert in der Diagnostik der Chondropathia patellae	21
2.5. Eigene Untersuchungen	
2.5.1 Patientengut	27
2.5.2. Meßmethoden	29
2.5.3. Meßergebnisse	33
2.6 Diskussion	
2.6.1 Diskussion der Methode	51
2.6.2. Diskussion der Ergebnisse	54
3. ZUSAMMENFASSUNG	70
4. LITERATUR	72

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Lange Zeit wurde die Chondropathia patellae (Ch.p.) nur als Begleitsymptom anderer Erkrankungen gewertet; als selbständiges Leiden fand sie kaum Beachtung. Heute ist allgemein anerkannt, daß es sich bei der Ch.p. um degenerative Veränderungen des Knorpelbelags an der Patellarückfläche mit eigengesetzlichem Verlauf und charakteristischer klinischer Symptomatik handelt. Hinsichtlich der Entstehung dieser Knorpelschäden gibt es aber sehr unterschiedliche Auffassungen.

BÜDINGER (18), der 1906 das Krankheitsbild zum ersten Mal beschrieb, betrachtete die Ch.p. allein als Folge eines Traumas; seiner Meinung schlossen sich Autoren wie ALEMAN (2) oder AXHAUSEN (4) an. In den zahlreichen Veröffentlichungen, die seither das Problem der Ch.p. behandelten, werden neben direkten und indirekten Traumen auch endogene Ursachen wie Dysplasien von Kniescheibe und Femurkondylen, horizontale und vertikale Fehlstellungen der Patella, ferner Störungen des Knorpelstoffwechsels, Durchblutungsstörungen der subchondralen Spongiosa, neuromuskuläre Schäden, v.a. am Musculus vastus medialis, Übergewicht u.a. als maßgeblich für das Zustandekommen von Knorpelschäden genannt.

Sicherlich kann für die Ch.p. keine einheitliche Ätiologie angegeben werden; im jeweiligen Einzelfall können verschiedene der genannten Faktoren - isoliert oder in Kombination - das Entstehen der Krankheit bewirken.

Was die gelenkmechanischen Noxen anbelangt, ist nach MAQUET (64) und BANDI (7) der grundlegende pathogenetische Mechanismus in den meisten Fällen ein übermäßig hoher patellofemorale Druck: die Kraft, mit welcher die Patella an die Femurkondylen gepreßt wird, ist im Verhältnis zur artikulierenden Fläche zu groß. Daß dabei der betroffene Knorpel degenerative Veränderungenerfahren kann, wurde von BENNINGHOFF (10) sowie von REFIOR und HACKENBROCH (77) in Untersuchungen festgestellt.

Es wurden deshalb Operationsmethoden entwickelt, mit deren Hilfe der patellofemorale Druck reduziert werden soll und die so einer kausalen Behandlung der Ch.p. dienen.

Bei der Ventralkippung der Tuberositas tibiae nach MAQUET (64) und BANDI (5) soll die Verminderung des retropatellaren Drucks über eine Verlängerung des Hebelarms der Unterschenkelstrecker erzielt werden. Letztere erreicht man dadurch, daß die Tuberositas tibiae, welche den Ansatzpunkt für das Ligamentum patellae bildet, abgemeißelt und zwischen sie und den Tibiaschaft ein Knochenspan geklemmt wird. Auf diese Weise wird sie angehoben und etwas distal verlagert. Zusammen mit der Schienbeinrauhigkeit erfährt auch das Ligamentum patellae eine Verlagerung nach vorn.

In Modellversuchen und an Leichenknien konnte BANDI (5) bei einer Ventralisation der Tuberositas tibiae um 10 bzw. 15 mm und bei verschiedenen Beugegraden des Kniegelenks eine durchschnittliche Abnahme des retropatellaren Drucks um 25 bis 45 % feststellen.

Tatsächlich handelt es sich dabei aber nur um eine Umverteilung des Drucks an der Patellarrückfläche, wie SCHILLER und GÖRDES 1983 herausfanden. (81).

Bei postoperativen Untersuchungen, u. a. von KLEMS/IZAD-PANAH (56), HEJGAARD (40), GÖRDES et al. (30), HEIPERTZ/MARONNA (39), WERHAHN/BOLLACK (92) und SCHWARZENBACH et al. (85) zeigte sich, daß durch die Vorverlagerung in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle gute bis sehr gute Operationsergebnisse erzielt werden konnten.

Angesichts dieser Tatsachen liegt die Überlegung nahe, ob nicht eine sehr flach ausgebildete Tuberositas tibiae einen überhöhten femoropatellaren Druck hervorrufen und damit das Auftreten einer Ch.p. begünstigen kann, und ob nicht auch weitere Dysplasien des Tibiakopfes möglich sind, die die Entstehung eines Knorpelschadens beeinflussen können.

Dieser Frage ging zum erstenmal STRAUSS 1974 in einer Untersuchung nach, bei welcher er an zwei verschiedenen Patientenkollektiven einige Streckenmessungen am Schienbeinkopf vornahm (87).

Seine Meßergebnisse wiesen beträchtliche Unterschiede zwischen Patienten mit Ch.p. einerseits und einem gesunden Vergleichskollektiv andererseits auf; insbesondere differierte die Höhe der Schienbeinrauigkeit in beiden Gruppen um ca. 40 %, so daß er eine Abflachung der Tuberositas tibiae als mögliche präarthrotische Deformität in Betracht zog.

Auch NÜVEMANN und CONTZEN, die 1981 nochmals die Bedeutung einer Tuberositashypoplasie als möglichen röntgendiagnostischen Hinweis für eine Ch.p. überprüften, fanden diese Deformität in 60 % der Patienten mit idiopathischer Chondropathie, während sie in einem Vergleichskollektiv nur in 20 % vorkam (70).

IN DER VORLIEGENDEN ARBEIT WURDEN AN SEITLICHEN Kniegelenks-AUFNAHMEN VON PATIENTEN MIT CHONDROPATHIA PATELLAE UND VON PATIENTEN OHNE MALAZISCHEN KNORPELSCHADEN FOLGENDE STRECKEN GEMESSEN UND VERGlichen, WIE SIE AUCH VON STRAUSS (87) VERWENDET WURDEN:

- LÄNGE DES SCHIENBEINKOPFES
- ABSTAND ZWISCHEN DER HINTEREN BEGRENZUNGSKANTE DES SCHIENBEINKOPFES UND DEM HÖCHSTEN PUNKT DER TUBEROSITAS TIBIAE
- HÖHE DER TUBEROSITAS TIBIAE.

ZUSÄTZLICH WURDE BEI BEIDEN PATIENTENKOLLEKTIVEN DER INDEX NACH INSALL-SALVATI (49) ZUR FESTSTELLUNG EINER PATELLA ALTA ERMITTELT.

DADURCH SOLL NACHGEPRÜFT WERDEN, OB WESENTLICHE UNTERSCHIEDE IN DER FORM DES SCHIENBEINKOPFES, EINSCHLIESSLICH DER HÖHE DER TUBEROSITAS TIBIAE UND DER STELLUNG DER PATELLA, BEI DEN BEIDEN PATIENTENGRUPPEN BESTEHEN, UND OB FOLGLICH DIE GEMESSENEN STRECKEN FÜR DIE NATIVRADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK DER CHONDROPATHIA PATELLAE VON BEDEUTUNG SIND.

ÜBERDIES WURDEN DIE EINZELNEN PARAMETER ZUEINANDER IN BEZIEHUNG GESETZT, UM ZU SEHEN, OB BEI CHONDROPATHIE EINE KOMBINATION PATHOLOGISCHER WERTE GEHÄUFT AUFTRITT.

2. HAUPTTEIL

2.1. Anatomische und entwicklungsgeschichtliche Grundlagen

Die an der Beugungsbewegung im Kniegelenk beteiligten Skelettelemente sind Femur, Tibia und Patella. Das proximale Ende des Schienbeins, der Tibiakopf, wird gebildet durch den medialen und lateralen Kondylus, welche die mit Knorpel überzogene Gelenkfläche, Facies articularis superior, tragen und durch die Eminentia intercondylaris voneinander getrennt sind.

Unterhalb der Facies articularis superior, auf der Ventralseite der Tibia, springt ein Knochenhöcker, die Tuberositas tibiae, vor, die nach distal in den vorderen Schienbeinkamm übergeht und an der das Ligamentum patellae ansetzt (FRICK et al., 25).

Die Facies articularis superior steht mit dem schmaleren medialen und dem breiteren lateralen Femurkondylus in gelenkigem Kontakt, welche beide ebenfalls knorpelig überzogen und auf der Hinterfläche durch die Fossa intercondylaris femoris getrennt sind. In der Seitansicht stellen sich die Oberschenkelrollen nicht kreisförmig, sondern spiralgig dar; sie sind hinten stärker gekrümmt als vorne (FRICK et al., 25).

Dementsprechend bleibt die Drehachse bei Beugung des Kniegelenks, wenn sich die Femurkondylen abrollen, nicht in der gleichen Stellung, sondern beschreibt eine spiralförmige Bahn (VON LANZ/WACHSMUTH, 62). Dies ist für die Biomechanik des Kniegelenks von Bedeutung (FRIEDRICH et al., 26).

Auf der Vorderfläche sind die Kondylen durch eine ebenfalls überknorpelte leichte Einziehung, die Facies patellaris femoris, verbunden. Auf ihr kann die Patella, ein ca. 4,5 cm langer dreieckiger Knochen mit einer proximal gelegenen breiten Basis und einer nach distal gerichteten Spitze, bei Beugung und Streckung des Kniegelenks in sagittaler Richtung gleiten. Dazu dient die auf der Rückseite der Kniescheibe gelegene knorpelige Facies articularis, die queroval geformt ist und von einem Längsfirst asymmetrisch unterteilt wird. Die so entstehende mediale Facette und die etwas größere laterale Facette können durch Firste noch weiter unterteilt sein.

Die Kniescheibe ist in die Sehne des M. quadriceps femoris eingelagert, deren distaler Anteil, das 5 - 6 cm lange Ligamentum patellae, von der Apex der Patella ausgeht und in die Tuberositas tibiae einstrahlt (VON LANZ/WACHSMUTH, 62).

Zur Zeit der Geburt sind zu 80 bis 90 % die beiden Knochenkerne der distalen Femur- und der proximalen Tibiaepiphyse schon vorhanden. Von ihnen aus erfolgt die Verknöcherung der medialen und lateralen Kondylen und Epikondylen, welche rasch voranschreitet. Bereits bis zum 10. Lebensjahr haben sowohl die distale Femurepiphyse als auch die proximale Tibiaepiphyse ihre endgültige Form angenommen. Die Verschmelzung der genannten Epiphysen mit den entsprechenden Diaphysen erfolgt beim weiblichen Geschlecht zwischen dem 17. und 20. Lebensjahr, beim männlichen Geschlecht etwas später (FRICK et al., 25 ; JONASCH, 53; BIRKNER, 12).

Die spätere Tuberositas tibiae ist zunächst nur knorpelig präformiert. Nach GÖRDES und KOLB (31) nimmt ihre Dicke bis zum 9. Lebensjahr zu und bleibt sodann bis zur Verknöcherung konstant. Diese beginnt etwa ab dem 11. Lebensjahr mit der Ausbildung eines zungenförmigen Fortsatzes an der Vorderseite der Tibiaepiphyse, welcher sich nach distal vorschiebt. Zusätzlich kann in der Tibiaapophyse ein eigener Knochenkern entstehen. Er kann sehr vielgestaltig sein und mehrere Nebenkern besitzen; auch können rechter und linker Tibiaapophysenkern unterschiedlich aussehen. Apophysenkern und Epiphysenfortsatz wachsen einander entgegen und vereinigen sich schließlich; im 13. Lebensjahr, spätestens im 16. Lebensjahr, ist die Tuberositas tibiae vollständig knöchern ausgebildet. Der Spalt zwischen der Tuberositas tibiae und der Tibiadiaphyse schließt sich jedoch erst zwischen dem 18. und 24. Lebensjahr.

Aus den vielfältigen Möglichkeiten der Entstehung der Tuberositas tibiae lassen sich die Unterschiede in ihrer Form und Höhe erklären (BIRKNER, 12; JONASCH, 53).

Die Patella ist ebenfalls knorpelig vorgeformt; die Ossifikation beginnt gewöhnlich im 3. bis 4. Lebensjahr mit dem Sichtbarwerden eines oder mehrerer Knochenkerne.

Die vollständige Verknöcherung ist im 9. Lebensjahr erreicht; ab diesem Zeitpunkt nimmt die Kniescheibe nur noch in allen Richtungen an Größe zu, bis sie zwischen dem 15. und 17. Lebensjahr ihre endgültige Größe erreicht hat (GÖRDES/KOLB, 31; BIRKNER, 12).

2.2. Aufbau und Funktion des Gelenkknorpels

Der Knorpel des Kniegelenks hat - wie der anderer Gelenke auch - die Aufgabe, ein reibungsarmes Gleiten der artikulierenden Flächen zu ermöglichen und darüber hinaus aufgrund seiner Elastizität und Verformbarkeit den auf ihn ausgeübten Gelenkdruck möglichst gleichmäßig zu verteilen. Dazu ist er durch seinen besonderen Aufbau befähigt.

Der hyaline Gelenkknorpel besteht nach BENNINGHOFF (9, 10) aus Knorpelzellen (Chondrozyten), kollagenen Fibrillen und einer mucopolysaccharidhaltigen Grundsubstanz und läßt sich von oben nach unten in vier Zonen unterteilen:

Die zuoberst liegende Tangentialzone ist für das glatte und glänzende Aussehen des Knorpels verantwortlich. Die in ihr enthaltenen Chondrozyten sind spindelförmig und parallel zur Oberfläche angeordnet.

Darunter liegt eine schmale Übergangszone mit schräg zueinander gestellten Chondrozyten.

In der darauffolgenden Radiärzone, welche mehr als die Hälfte der Knorpeldicke ausmacht, sind die Chondrozyten rundlich und in vertikaler Richtung säulenartig angeordnet.

Schließlich kommt die Verkalkungszone mit Kalkablagerungen zwischen den Zellen, welche die Verbindung des Gelenkknorpels mit dem subchondralen Knochen herstellt.

Der Anordnung der Knorpelzellen entspricht der Verlauf der kollagenen Fasern, die aus der Verkalkungszone heraus zunächst senkrecht nach oben ziehen, sich in der Radiärzone überkreuzen und schließlich in einem flachen Bogen tangential an der Oberfläche entlang ziehen, bevor sie wieder in senkrechtem Verlauf zur Verkalkungszone zurückkehren.

Zusätzlich umspinnen die Fibrillen jeweils ein oder mehrere Chondrozyten in allen Ebenen und lassen so funktionelle Einheiten, die Chondrone, entstehen, wodurch die Elastizität des Knorpels erhöht wird.

Der Gelenkknorpel besitzt kein Perichondrium. Im Gegensatz zur Knorpelhaut sonstiger hyaliner Knorpel sind die Kollagenfasern der Tangentialschicht durch hyaline Grundsubstanz fest miteinander verbacken. Dies erhöht zwar die Widerstandsfähigkeit gegenüber Druckeinwirkung senkrecht zur Knorpeloberfläche, die Fähigkeit zur Regeneration, welche ein normales Perichondrium besitzt, geht jedoch verloren (BENNINGHOFF, 10).

Da der Knorpel selbst gefäßlos ist, erfolgt seine Ernährung hauptsächlich aus der Synovialflüssigkeit. Gelenkbewegung und Durchwalkung fördern die Diffusion der Nährstoffe zu den Knorpelzellen. Damit eine ausreichende Ernährung gewährleistet wird, ist der Knorpel also auf eine gewisse physiologische Druckbelastung angewiesen (COTTA/PUHL, 19).

Der Knorpel der Patella ist der dickste des menschlichen Körpers; seine maximale Dicke kann 6 - 7 mm erreichen. An den Femurkondylen ist er hingegen nur etwa halb so dick. Aufgrund dessen kann es leicht zu Ernährungsstörungen des Patellarknorpels kommen, nicht nur durch fehlenden Druck und ungenügende Durchwalkung, sondern auch durch Überbelastung und zu hohen Druck. Die Folgen sind chronisch-degenerative Veränderungen des Knorpelgewebes im Sinne einer Chondromalazie, die in ihrem Verlauf nach BANDI (5, 7) in 3 Schweregrade eingeteilt wird:

- Grad I : Umschriebenes Ödem mit gelblich-brauner Verfärbung, Mattigkeit und Elastizitätsverlust des Knorpels.
- Grad II : Lamelläre und zottige Aufsplitterung des Knorpels, Spaltenbildung u.U. bis zum subchondralen Knochen, Knorpelschuppen im Liquor synovialis.
- Grad III : Ulceröser Zerfall des Knorpels mit Freilegen von sklerotisierten subchondralen Knochenpartien und Einwachsen eines Pannus auf die Patellagelenkfläche. Einsprossen gefäßreichen Bindegewebes aus dem Markraum in die degenerierten basalen Knorpelschichten mit Bildung von Osteophyten: Übergang in die Arthrose.

Auch enzymatische und autotoxische Noxen, wie z. B. Stoffwechselkrankheiten, können dieses Bild hervorrufen.

2.3. Zur Biomechanik des femoropatellaren Gelenks

Die Kniescheibe spielt eine wichtige Rolle für die Bein-
streckung. Bei gestrecktem Kniegelenk liegt sie der Facies
patellaris femoris auf; ihr distaler Pol steht unmittelbar
mit dem Femur in Kontakt, während ihr proximaler Anteil
auf der Bursa suprapatellaris ruht. Nach GOYMANN (33) ist
in dieser Stellung ihre Effektivität am größten: Durch
ihre Einlagerung in die Sehne des M. quadriceps femoris
verlängert sie deren senkrechten Abstand von der Quer-
achse des Kniegelenks und somit den Hebelarm des Quadriceps.
Das Drehmoment als Produkt aus Kraft und Hebelarmlänge wird
dadurch verbessert und die Muskelarbeit des M. quadriceps
wesentlich ökonomisiert (s. Abb. 1).

Mit zunehmender Beugung tritt die Patella immer tiefer in
die Fossa intercondylaris ein und wird dabei im Verhältnis
zu den Femurkondylen flacher; ihre Bedeutung für die Hebel-
armverlängerung und für die Ökonomisierung der Muskelarbeit
des Quadriceps verringert sich. GOYMANN (33) bezeichnet
dies als funktionelle Höhenminderung der Patella.

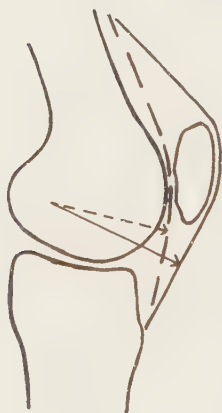


Abb. 1: Vergleich der Hebelarm-
längen am Streckapparat
des Kniegelenks mit und
ohne Patella.

—→ mit Patella

- - - → ohne Patella

2.3.1. Verschiedene Aspekte der Tuberositasvorverlagerung nach MAQUET-BANDI

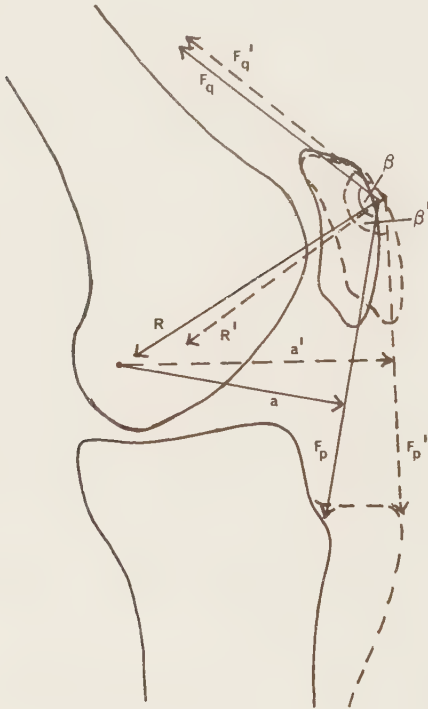
Der Druck, dem die Patella in ihrer Lage ausgesetzt ist, wird bestimmt durch den Zug der Quadricepssehne einerseits und dem Gegenzug des Ligamentum patellae andererseits. Er ist gegen das femoropatellare Gleitlager gerichtet und kann, v. a. bei gebeugtem Kniegelenk, beträchtliche Ausmaße annehmen. FÜRMAIER z. B. gab an, daß der normale Auflagedruck der Patella bei 90° Beugung das 7fache und bei 135° Beugung das 21fache des Körpergewichts erreichen kann (27).

Die Kräftekomponenten von Quadriceps- und Patellarsehne lassen sich in einem Kräfteparallelogramm als Vektoren darstellen. Ihre Resultante entspricht dem femoropatellaren Druck.

MAQUET (64) gelang es, diese biomechanischen Gegebenheiten in einem Schema, das in großen Zügen in Abb. 2 wiedergegeben ist, darzustellen. Es zeigt zugleich die biomechanischen Überlegungen bei Vorverlagerung der Tuberositas tibiae. Zweierlei wird durch die Ventralisation bewirkt: Der Hebelarm a an der Patellarsehne verlängert sich, was den Kraftaufwand des M. quadriceps femoris für die Streckung vermindert. Außerdem vergrößert sich der Winkel zwischen den beiden Vektoren; die Resultante R wird kürzer und der femoropatellare Anpreßdruck verringert sich (MAQUET, 65; BANDI, 6).

Nach zunächst theoretischer Berechnung des femoropatellaren Drucks in Abhängigkeit von verschiedenen Beugegraden des Kniegelenks überprüfte BANDI (5) seine Erkenntnisse durch Druckmessungen an einem Kniemodell und an Leichenknien. Für die Ventral-kippung der Tuberositas tibiae um ca. 10 mm fand er je nach Beugestellung des Kniegelenks eine Verminderung der Druckkraft um 25 bis 45 %. 10 % hiervon macht allein die Distalverlagerung der Schienbeinrauigkeit aus, die bei der Ventralkippung noch zur reinen Vorverlagerung hinzukommt.

Abb. 2: Schematische Darstellung der Reduktion des femoropatellaren Drucks durch Vorverlagerung der Tuberositas tibiae und Verlängerung des Hebelarms a des Ligamentum patellae.



vor Ven- tralisation →	nach Ven- tralisation →		der Tuberositas tibiae
F_q	F_q'	=	Zug der Quadricepssehne
F_p	F_p'	=	Zug des Ligamentum patellae
R	R'	=	Resultierende aus F_q und F_p bzw. F_q' und F_p' = femoropatellarer Druck
a	a'	=	Hebelarm des Ligamentum patellae
β	β'	=	Winkel zwischen F_q und F_p bzw. F_q' und F_p'

Druckmessungen, die von anderen Autoren in neuerer Zeit vorgenommen wurden, brachten jedoch neue Gesichtspunkte zutage. Experimentell fanden SCHMIDT-RAMSIN et al. 1980 (82) bei einer Bestimmung der femoropatellaren Flächenpressung vor und nach Vorverlagerung der Tuberositas tibiae eine Reduktion der Flächenpressung nur bei 30 Grad Beugung; bei 60 und 90 Grad Beugung war sie unverändert bzw. sogar erhöht. Es kommt jedoch zu einer Verlagerung der vorher distal gelegenen Hauptbelastungszone nach proximal.

Zu dem gleichen Ergebnis gelangten SCHILLER und GÖRDES 1983 (81), die mit der gleichen Methode Messungen des retropatellaren Drucks an Kniegelenken mit intaktem und malazisch veränderten Knorpel durchführten. Zu einer echten Druckverminderung kommt es nur am distalen Patellapol, während im proximalen Bereich der Druck gleichbleibt oder - bei entsprechendem Beugungsgrad des Gelenks - sogar größer wird. Eine Behandlung der Ch.p. durch Tuberositasvorverlagerung dürfte also hauptsächlich bei Chondromalazie der distalen Patellaanteile indiziert sein, wobei der Knorpel des proximalen Kniescheibendrittels noch intakt sein sollte (SCHMIDT-RAMSIN et al., 82).

FERGUSON (20) nahm 1979 ebenfalls Messungen des femoropatellaren Drucks an Leichenknien in Beugestellungen von 45 und 90 Grad und in voller Streckung vor und verlagerte die Schienbeinrauhigkeit dabei um jeweils 0,5, 1 und 1,5 inch (1 inch = 2,5 cm). Die Druckreduzierung war in allen drei Stellungen am effektivsten bei Vorverlagerung um nur 0,5 inch, das entspricht etwa 1,7 cm. Eine weitere Vorverlagerung bringt nur noch minimale Druckverminderung. Demnach besteht keine lineare Beziehung zwischen dem Ausmaß der Vorverlagerung und der Abnahme des retropatellaren Drucks.

In einer Untersuchung an 30 Patienten mit Ch.p. stellten NORDGREN et al. (69) 20 Monate nach Durchführung einer Ventralisation der Tuberositas tibiae eine signifikante Erhöhung der isokinetischen Muskelkraft und eine Verringerung des Schmerzes im Kniegelenk bei Bewegung fest.

Weitere interessante Ergebnisse zur Tuberositasvorverlagerung wurden u. a. von FRIEDRICH et al. (26), HISS/JÄGER (44), KAUFER et al. (55) und KÜSSWETTER/STUHLER (58) gefunden.

Obwohl die hier erwähnten und zahlreiche weitere Veröffentlichungen in verschiedenen Punkten differieren, geht aus allen hervor, daß die Tuberositas tibiae für den patello-femoralen Anpreßdruck eine gewisse Rolle spielt. Wenn durch den genannten Eingriff der Hebelarm der Strecker verbessert und der Druck herabgesetzt werden kann, scheint die Überlegung angebracht, ob nicht ein ungenügender Abstand des Ligamentum patellae von der Kniegelenksachse, d. h. ein verkürzter Hebelarm, bedingt durch eine zu flach angelegte Tuberositas tibiae, Ursache für einen übermäßig hohen Druck im femoropatellaren Gleitlager und somit begünstigend für eine Ch.p. sein kann.

BANDI (7) selbst hat nur einmal eine zu flache Tuberositas tibiae - v. a. in Kombination mit einer Patella alta, was jedoch selten vorkommen soll - als mögliche Ursache für erhöhten femoropatellaren Druck erwähnt. Dies geschieht unter Berufung auf STRAUSS (87), der sich 1974 mit dieser Problematik eingehender beschäftigt hatte.

Auch in der vorliegenden Arbeit soll nach möglichen Zusammenhängen zwischen der Ausprägung der Tuberositas tibiae bzw. eventueller anderer Deformitäten im Kniegelenksbereich und dem Vorkommen einer Ch.p. gesucht werden.

2.3.2. Die Rolle der Patella alta als prädisponierender Faktor für Chondropathia patellae

Eine ausführliche Beschreibung des angeborenen und erworbenen Kniescheibenhochstandes findet sich bei BLUMENSAAT (14). Er definiert eine Kniescheibe dann als hochstehend, wenn auf einer seitlichen Röntgenaufnahme in exakt 30 Grad Beugstellung ihr unterer Pol oberhalb der sogenannten BLUMENSAAT'schen Linie liegt (BLUMENSAAT'sche Linie = streifenförmige Sklerosezone, die den überprojizierten inneren Begrenzungen der Femurkondylen zur Fossa intercondyllica hin entspricht und intercondylär schräg von hinten oben nach vorne unten verläuft).

Für BLUMENSAAT (14) stellt die angeborene Patella alta lediglich ein Symptom dar, welches allein keine funktionellen Störungen verursachen kann. Heute wird der Patella alta eine nicht unwesentliche Rolle bei der Entstehung von retropatellaren Knorpelschäden zugeordnet. INSALL et al. (48) fanden einen signifikanten Zusammenhang zwischen habituellem Patellaluxation und dem Vorkommen eines Kniescheibenhochstandes. Bei der Patella alta kann es zur Luxation kommen, weil die zu hoch stehende Patella bei der Beugung erst später in die Führungsrinne der Fossa intercondylaris eintritt als eine normal gelagerte Patella. Zudem steigt während des Beugevorgangs der retropatellare Druck sprunghaft an, weil der von GOYMANN (33) beschriebene Umwicklungseffekt, bei dem sich die Quadricepssehne um die Femurkondylen schlingt und die Patella teilweise entlastet, erst bei ca. 70 Grad Beugung eintritt und nicht, wie im Normalfall, bei 50 Grad (BANDI, 7; MAU, 67).

Meist weicht die Kniescheibe nach lateral ab. Dabei kommt es zu Inkongruenzen zwischen ihr und dem femoropatellaren Gleitlager mit Überbelastung umschriebener Knorpelareale einerseits und Zonen mangelnden Kontaktes zwischen Femur und Patella andererseits. Dies kann zu entsprechenden Knorpelläsionen führen,

die letztlich in eine Arthrose des Kniegelenks übergehen können (FICAT, 21; AHLBÄCK, 1).

Die Lateralisationstendenz der Patella kann durch ein Genu valgum, eine Schwäche des Musculus vastus medialis oder eine Abflachung des lateralen Femurkondylus gefördert werden.

Allerdings kann die Patella alta auch ohne Vorliegen einer Luxation Symptome im Sinne einer Ch.p. aufweisen (BRATTSTRÖM, 17).

2.4 Radiologische Methoden und deren Stellenwert in der Diagnostik der Chondropathia patellae

Zur Routinediagnostik von Kniegelenkserkrankungen, darunter auch der Ch.p., gehören neben Anamnese und klinischer Untersuchung auch Röntgenaufnahmen. Die Indikation zur radiologischen Diagnostik des femoropatellaren Gelenks ergibt sich bei Beschwerden und klinischen Symptomen, die auf das Vorliegen einer Ch.p. verdächtig sind, bei Traumen, bei denen das Kniegelenk mitbetroffen ist, bei habitueller Patellaluxation und Verdacht auf freie Gelenkkörper (WAHLERS, 91).

Mit den antero-posterioren und seitlichen Nativaufnahmen, die als Standardaufnahmen zunächst vom Kniegelenk angefertigt werden, lassen sich jedoch nur indirekte Zeichen einer Chondromalazie erfassen bzw. die Voraussetzungen, welche zum Entstehen retropatellarer Knorpelschäden führen können.

Eine Patella bi- oder multipartita z. B. kann gut auf a.-p.-Aufnahmen erkannt werden, desgleichen Achsenfehlstellungen der unteren Extremität wie Genu valgum oder varum. Nach FÜRMAIER und BREIT (28) kann mit Hilfe einer doppelten a.-p.-Aufnahme bei entspanntem und angespanntem Quadriceps eine Schwäche der Muskulatur, v. a. des M. vastus medialis, nachgewiesen werden, wenn bei Anspannung des Quadriceps die Patella seitlich aus ihrer Gleitbahn abweicht.

Die Erkennung traumatischer Schäden wie interkondyläre und Patellafrakturen auf a.-p.-Aufnahmen ist vorteilhaft, da die Frakturen sobald wie möglich operativ versorgt werden sollten. (BANDI, 5; VILLINGER/WEIBEL, 90; LANGLOTZ/ZOLLINGER, 61; ANDERSEN et al., 3).

Auf seitlichen Kniegelenksaufnahmen kann mit verschiedenen Methoden, u. a. nach INSALL-SALVATI (49), BLUMENSAAT (14), BLACKBURNE/PEEL (13), BOON-ITT (15) eine Patella alta bzw.

baja festgestellt werden. Unregelmäßigkeiten der Patellarückfläche können auch bei gesunden Jugendlichen mit noch nicht abgeschlossenem Knochenwachstum vorkommen, so daß sie bei der Diagnosestellung leicht in die Irre führen können.

Das Auftreten von Osteophyten am distalen und proximalen Patellapol bei fortgeschrittener Ch.p. beschrieb schon BILLING (11) anhand von Seitenaufnahmen der Patella.

Weiterhin kann überprüft werden, ob eine HAGLUND'sche Delle vorliegt, eine Einziehung des subchondralen Knochens in der Mitte der Patellarückfläche (HAGLUND, 36), die jedoch als radiologischer Hinweis auf Ch.p. umstritten ist. In Untersuchungen von GRUETER (34) erwies sich, daß, entgegen dem radiologischen Befund, im Bereich dieser Einziehung der retropatellare Knorpel selbst besonders dick und ausgebaucht ist, was ihn für degenerative Knorpelschäden anfälliger macht. HASSENPFUG und HERTEL (37) jedoch verneinen den Zusammenhang zwischen HAGLUND'scher Exkavation und Ch.p. . Bei LANGLOTZ/ZOLLINGER (61) wird die Häufigkeit der HAGLUND'schen Delle bei normalen Kniegelenken mit immerhin 70 % angegeben.

Von Bedeutung für die Entstehung einer Ch.p. kann eine von OUTERBRIDGE (71, 72) beschriebene Stufe an der Knorpel-Knochen-Grenze des medialen Femurkondylus sein, über welche die Patella bei Beugung und Streckung des Kniegelenks hinweggleiten muß. Diese Stufe ist für gewöhnlich vom Knochen vorgebildet, wobei ihre Höhe unterschiedlich sein kann, und stellt sich auf Profilaufnahmen am vorderen oberen Rand des medialen Kondylus dar. Gelegentlich jedoch befindet sie sich nur im Knorpelbelag des Kondylus und ist dann auf Nativaufnahmen nicht sichtbar (BANDI, 7; RAU/KAUFFMANN, 76).

Als knöcherne Strukturveränderungen, die auf das Vorliegen einer chondromalazischen Schädigung hinweisen können, seien subchondrale feinfleckige Entkalkung, nach FÜRMAIER und

BREIT (28) typisch für eine traumatisch entstandene Ch.p., und subchondrale Sklerosierung genannt.

Sie lassen sich auch auf Tangential- oder Axialaufnahmen sehr gut erkennen.

Diese Aufnahmetechnik, die eine übersichtliche Darstellung des Femoropatellargelenks erlaubt, besitzt für die Diagnostik retropatellarer Kniegelenkschäden einen weit größeren Stellenwert als a.-p.- und Seitenaufnahmen und ist aus der Röntgendiagnostik der Ch.p. nicht mehr wegzudenken.

Verschiedene Techniken wurden u. a. von SETTEGAST (86), KNUTSSON (57), HUGHSTON (46) und BRATTSTRÖM (16) entwickelt. Sog. Défiléaufnahmen in 30, 60 und 90 Grad Kniebeugung geben Aufschluß über Form und Kongruenz der Gelenkflächen im Femoropatellargelenk.

Eine wichtige Rolle spielen dabei die Patellaformen I-IV nach WIBERG (93) und BAUMGARTL (8), die pathologischen Formen der Jägerhut-, Kieselstein- und halbmondförmigen Patella (FICAT, 21) und die Form und Größe der Femurkondylen, von HEPP (42) und von BAUMGARTL (8) in verschiedene Typen eingeteilt.

BAUMGARTL (8) und REHN et al. (78) fanden einen Zusammenhang zwischen den dysplastischen Patellaformen II/III, III, IV und Jägerhut und einer Arthrose des Femoropatellargelenks. Die Einteilung der Patellaformen und deren ätiologische Bedeutung für die Ch.p. und Retropatellararthrose wurde in Untersuchungen von HASSENPFUG/HERTEL (37), HEPP (42) und NEBEL/LINGG (68) kritisch überprüft und zum Teil in Frage gestellt.

Durch Indices wie den Patellaindex, den Tiefenindex der Patella und der Fossa intercondylica nach FICAT und BIZOU (22) und den Öffnungswinkel der Trochlea nach BRATTSTRÖM (16) sollen Aussagen über die Form der Patella und des Sulcus intercondylaris objektiviert werden.

Auch eine Kippung der Patella und eine Lateralisation im Sinne einer Subluxation oder Luxation können auf den axialen Aufnahmen erkannt werden.

FICAT, der sich neben anderen Autoren ausführlich mit der Darstellung der Patella auf Défiléaufnahmen befaßte, schuf den Begriff des lateralen Hyperpressionssyndroms ("Syndrome d'hyperpression externe") (23).

Bei VILLINGER (89) findet sich eine Zusammenstellung der indirekten Röntgenzeichen, die beim Hypertensions- und Hyperpressionssyndrom sichtbar werden können.

Dazu gehören neben der subchondralen Sklerose auch Spongiosaverdichtung, lateralisierte Trabekelzeichnung, osteophytäre Randzackenbildung v. a. lateral, und Weichteilverschattung. Des weiteren lassen Konturunterbrechung der subchondralen Kortikalis und fleckförmige oder diffuse Demineralisation das Vorliegen einer Chondromalazie vermuten (SCHUMACHER et al., 84).

GLÖCKLER et al. (29) fanden heraus, daß aufgrund der genannten Zeichen zusammen mit Patella alta und HAGLUND-Delle eine Ch.p. aller 3 Schweregrade im Röntgennativbild zum großen Teil erkannt werden kann.

Der direkte Nachweis der Knorpelveränderungen ist jedoch bislang nur mit invasiven Methoden, nämlich der Mono- bzw. Doppelkontrastarthrographie, evtl. in Kombination mit einem Tomogramm, und der Arthroskopie möglich.

Im Gegensatz zur Nativaufnahme gestattet die Doppelkontrastarthrographie in Verbindung mit Tangentialaufnahmen des Kniegelenks direkte Aussagen über Beschaffenheit, Form und Dicke des Knorpelbelags von Patella und femoropatellarem Gleitlager. Chondromalazische Herde äußern sich in Schwellung und Kontrastmitteldurchträngung des Knorpels; Fissuren und Spaltbildungen durch Kontrastmitteleintritt an der Knorpeloberfläche. Unregelmäßigkeiten der Knorpelkontur können ebenso erkannt werden wie Ausdünnung oder Fehlen des Knorpelbelags.

(RAU/KAUFFMANN, 76; VILLINGER/WEIBEL, 90; WAHLERS, 91; FÜRMAIER/BREIT, 28).

V. a. RAU et al. (75, 76) und HEHNE et al. (38) beschreiben einen auf der medialen Facette gelegenen Knorpelfirst, der nicht knöchern präformiert ist und sich deshalb auf Nativ-aufnahmen nicht darstellt. Dieser besitze eine größere pathogenetische Bedeutung für die Ch.p. als die Patellaformen nach WIBERG, da für die Kongruenz der femoropatellaren Gelenkflächen nicht so sehr die ossären, sondern die knorpeligen Strukturen eine Rolle spielen.

Allerdings machen FINESCHI/FABBRICIANI (24) und STUHLER/KÜSSWETTER (88) die Einschränkung, daß die Arthrographie nur dann sinnvoll sei, wenn sie technisch einwandfrei durchgeführt werde. Bei Überlagerung der Knorpelkonturen an Patella und femoropatellarem Gleitlager sind die Röntgenbilder nicht mehr zu beurteilen.

Eine größere Aussagekraft kann durch zusätzliche Kontrastmittelfüllung des Kniegelenks in Verbindung mit Schichtaufnahmen erzielt werden, jedoch ist auch hierbei die Darstellung von Knorpeldefekten oft unzureichend (KUNITSCH et al., 59; STUHLER/KÜSSWETTER, 88).

In jüngster Zeit hat als weitere Methode in der Diagnostik der Ch.p. die Computertomographie Beachtung gefunden. Auch dabei kann der Knorpel nur durch Kontrastmittel sichtbar gemacht werden. Zwar erlaubt die CT-Arthrographie eine Überlagerungsfreie Darstellung von Kniescheibe und Gleitlager und dadurch eine exaktere Beurteilung als die herkömmliche Arthrographie, kleine Knorpeldefekte können aber auch bei dieser relativ aufwendigen Methode dem CT-arthrographischen Nachweis entgehen (LINGG/HERING, 63; HÖRTERER et al., 45).

Anstelle der Arthrographie wird heute zunehmend die Arthroskopie eingesetzt, welche ein unübertroffenes Verfahren v. a. für die Frühdiagnose der Ch.p. darstellt, wenn radiologische Veränderungen noch nicht eingetreten sind.

Mit ihrer Hilfe können nicht nur Lage und Ausdehnung der Knorpelläsion festgelegt werden, sondern auch der Schweregrad der Chondromalazie bestimmt werden, was mit keiner der genannten radiologischen Methoden mit Sicherheit möglich ist (HERTEL, 43).

Trotz der vielfältigen Möglichkeiten der radiologischen Prüfung einer Ch.p., deren Bedeutung von einigen Autoren (WAHLERS, 91; SCHUMACHER, 84) unterstrichen wird, beruht die Diagnose der Ch.p. in der Regel auf Anamnese und klinischem Befund, wobei die Röntgenuntersuchung des Kniegelenks nur unterstützenden Charakter hat. Größtenteils herrscht Übereinstimmung darin, daß es sich bei der Ch.p. nicht um eine Röntgendiagnose handelt (SCHUCHARDT/MANN, 83; HASSENPFUG/HERTEL, 37; LANGLOTZ/ZOLLINGER, 61; ROGGAZ, 79).

2.5. Eigene Untersuchungen

2.5.1 Patientengut

Die Patienten, deren Röntgenbilder zur Untersuchung gelangten, ließen sich in zwei Gruppen einteilen.

Gruppe I: Die Gruppe der Patienten, welche eine Ch.p. aufwiesen, umfaßte insgesamt 67 Personen. Zu 84 % handelte es sich dabei um Angehörige der Bundeswehr, die restlichen 16 % kamen aus einem städtischen Krankenhaus. Dementsprechend ergibt sich die Geschlechterverteilung mit 61 männlichen und 6 weiblichen Patienten.

Das Alter der untersuchten Personen lag zwischen 20 und 56 Jahren. Hiervon waren über die Hälfte zwischen 20 und 25 Jahre alt.

Bei sämtlichen Kniegelenken, die radiologisch beurteilt wurden, war die Ch.p. durch Arthroskopie oder Arthrotomie gesichert. 37 mal lag eine isolierte Chondropathie vor, in 30 Fällen war die Chondropathie anlässlich anderer Kniebinnenschäden wie Meniskus- und Bandläsionen gesichtet worden. Es fand sich nirgends ein Hinweis auf ein direktes Trauma als Ursache für die Chondropathie.

Gruppe II: Zum Vergleich wurde eine möglichst ähnlich strukturierte Kontrollgruppe, bestehend aus insgesamt 73 Personen, zusammengestellt, bei denen die Röntgenaufnahmen aufgrund verschiedener anderer Kniegelenkserkrankungen angefertigt worden waren. Diese sind sämtlich intraoperativ nachgewiesen und umfassen Außen- und Innenmeniskusläsionen, Kapsel-Band-Läsionen, Knieinstabilität und kombinierte Läsionen. In keinem Fall war dabei ein zusätzlicher retropatellarer Knorpelschaden im Sinne einer Chondromalazie festgestellt worden.

Ein Teil des Kontrollkollektivs, nämlich 55 %, gehörten wieder der Bundeswehr an, während die übrigen 45 % aus einer städtischen Klinik stammten. 63 Patienten waren männlich, 10 weiblich.

Das Alter lag zwischen 20 und 64 Jahren; der Anteil der 20 bis 25jährigen betrug 45 %.

2.5.2. Meßmethoden und statistische Berechnung

Von jeder Person aus beiden Patientengruppen wurde eine seitliche Röntgenaufnahme des jeweils erkrankten Kniegelenks ausgewertet. Es handelte sich um Nativaufnahmen, die alle Kniegelenke in 20 bis 70 Grad Beugstellung zeigten. Um weitgehende Objektivität zu gewährleisten, waren zunächst von jedem Patienten Aufnahmen jeweils beider Kniegelenke ausgemessen worden, ohne daß die erkrankte Seite bekannt war. In die Gesamtauswertung gingen jedoch nur die Meßwerte der betroffenen Gelenke ein.

An den Kniegelenken wurden folgende Größen bestimmt (siehe Abb. 3):

- 1) Länge des Schienbeinkopfes (Strecke A)
- 2) Abstand von der hinteren Begrenzungskante des Schienbeinkopfes zum prominentesten Punkt der Tuberositas tibiae (Strecke B)
- 3) Höhe der Tuberositas tibiae (Strecke C)
Zu diesem Zweck wird von der Vorderkante des Schienbeinkopfes zur Tibiavorderkante eine Linie von 10 cm Länge gezogen und von der Tuberositas tibiae aus das Lot darauf gefällt. Die Länge des Lotes entspricht der Höhe der Tuberositas tibiae.

Die drei genannten Strecken entsprechen genau denen, die STRAUSS in seiner Veröffentlichung von 1974 festgelegt hat (87).

Als vierte Größe wurde der INSALL-SALVATI-INDEX (IS-Index) bestimmt (49). Er dient zur Feststellung eines Patellahochstandes und entspricht dem Quotienten aus Patellalänge PL und Länge SL des Ligamentum patellae. Als Patellalänge bezeichnet man den größten diagonalen Durchmesser der Kniescheibe. Die Länge der Patellarsehne erstreckt sich von ihrem Ursprung am unteren Patellapol bis zum Sehnenansatzpunkt an der Tuberositas tibiae.

Alle gemessenen Strecken werden in mm angegeben; der IS-Index ist dimensionslos.

Um in der Statistik die Meßwerte zweier Stichproben besser vergleichen zu können, werden aus den jeweiligen Einzelwerten folgende Parameter errechnet:

- der Mittelwert $\bar{x}$ einer Stichprobe, der Auskunft gibt über die Lage der Stichprobenwerte und definiert ist als die Summe aller Einzelwerte dividiert durch die Anzahl n der Werte.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum x$$

$\sum$ = Summierungszeichen für alle Einzelwerte $x_1+x_2+x_3+...+x_n$

- die Varianz s^2 einer Stichprobe, mit deren Hilfe man die Streuung der Stichprobenwerte beurteilen kann und die definiert ist als die Summe aller ins Quadrat erhobenen Abweichungen der Einzelwerte x vom Mittelwert $\bar{x}$, dividiert durch die um 1 verminderte Gesamtzahl n der Einzelwerte.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (x-\bar{x})^2$$

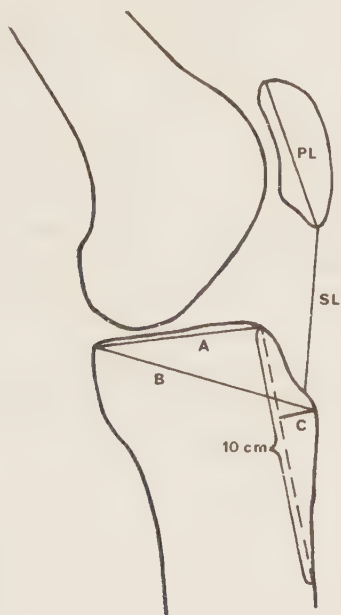
- die Standardabweichung s einer Stichprobe, die ebenfalls Aussagen macht über die Streuung der Stichprobenwerte und definiert ist als die positive Quadratwurzel aus der Stichprobenvarianz s^2 .

$$s = \sqrt{s^2}$$

Die Standardabweichung wird häufiger verwendet als die Varianz, da sie die gleiche Dimension besitzt wie die Werte der Stichprobe und deshalb anschaulicher ist.

Auch in der vorliegenden Arbeit wurden zur besseren Vergleichbarkeit die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Strecken A, B und C und den INSALL-SALVATI-Index erstellt.

Abb. 3: Schematische Darstellung der am Kniegelenk gemessenen Strecken (Erläuterung siehe Text).



Außerdem kann anhand von Tabellen und Diagrammen die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Meßwerte von A, B, C und dem IS-Index für beide Gruppen verfolgt und ebenfalls verglichen werden.

Dadurch soll festgestellt werden, ob bei den an Chondropathie erkrankten Kniegelenken und den nicht erkrankten Kniegelenken Unterschiede zwischen den einzelnen Streckenlängen bzw. eine Differenz bezüglich des Höhenstandes der Patella vorliegt und ob diese Unterschiede so bedeutend sind bzw. so häufig vorkommen, daß bei bestehendem Verdacht auf Chondropathia patellae eine Messung von A, B, C und des Index' diesen Verdacht erhärten oder entkräften könnte.

Ferner soll ermittelt werden, ob zwischen den von uns gemessenen Größen untereinander eine Beziehung besteht.

Zu diesem Zweck wird für jeweils zwei der gemessenen Größen, z. B. die Strecken A und C, ein Streuungsdiagramm erstellt. Man fertigt zunächst ein Koordinatennetz an mit einer der beiden Größen, z. B. A, als Abszisse und der anderen Größe, in diesem Falle C, als Ordinate. In dieses Koordinatennetz werden alle Werte für A mit den jeweils zugehörigen, d. h. beim gleichen Patienten vorkommenden Werten C eingetragen. Liegen die Wertepaare A-C annähernd auf einer Geraden, so besteht eine Korrelation zwischen A und C.

Mit Hilfe solcher Streuungsdiagramme wurden, getrennt für die Patientengruppen I und II, die Strecken A, B und C untereinander und mit dem Index nach INSALL-SALVATI in Beziehung gesetzt.

Sollte sich dabei zwischen zwei oder mehreren Größen eine Korrelation ergeben, so könnte diese - mit der einfach durchführbaren und risikoarmen Methode der Röntgenaufnahme - ebenfalls zur Diagnosefindung bei Verdacht auf Ch.p. beitragen.

Schließlich wurden in jeder Gruppe für alle gemessenen Parameter die Mittelwerte getrennt für Männer und Frauen berechnet. Es soll untersucht werden, inwieweit die Größen vom Geschlecht der jeweiligen Person abhängen und ob geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen den Personen der Prüfgruppe und der Kontrollgruppe bestehen.

2.5.3. Ergebnisse

Mittelwert und Standardabweichung für Strecke A:

bei Patienten mit Ch.p.: 56,03 mm $\pm$ 3,85 mm

bei Patienten ohne Ch.p.: 56,29 mm $\pm$ 4,09 mm

Abb. 4 macht deutlich, daß sich die Meßergebnisse für die beiden Gruppen kaum unterscheiden. Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte, die in Tab. I wiedergegeben ist, so kann man feststellen, daß sich die Reichweiten in Gruppe I und II annähernd decken:

Die niedrigsten Werte für A sind bei den Patienten mit Ch.p. 45 mm und bei den Patienten ohne Ch.p. 47 mm, und die maximalen Werte liegen in der Gruppe der Erkrankten bei 68 mm und in der Referenzgruppe bei 66 mm.

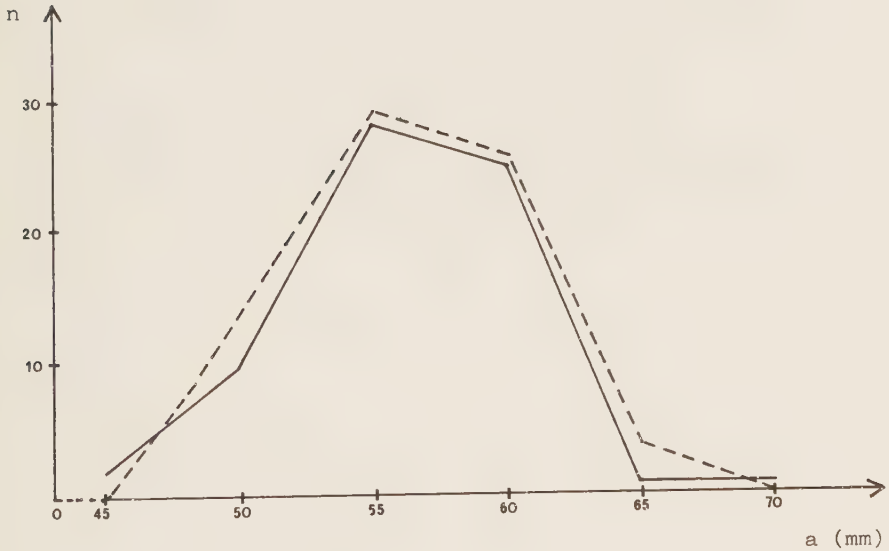
Tabelle I

Messung der Länge des Schienbeinkopfes (Strecke A) bei der Patientengruppe mit Ch.p. und der Kontrollgruppe und Gegenüberstellung der Meßwerte.

Strecke A (mm)	Anzahl der Fälle bei Patienten	
	mit Ch.p. n	ohne Ch.p. n
45	1	-
46	-	-
47	1	-
48	-	3
49	1	1
50	2	3
51	5	2
52	2	5
53	2	3
54	5	7
55	7	7
56	10	5
57	4	7
58	12	10
59	6	4
60	5	7
61	1	3
62	1	2
63	-	-
64	1	1
65	-	2
66	-	1
67	-	-
68	1	-

Abb. 4:

Vergleichende Darstellung der Meßwerte für Strecke A
(Länge des Schienbeinkopfes) bei der Gruppe der an Ch.p.
Erkrankten und der Kontrollgruppe.



———— Patienten mit Ch.p.

- - - - - Patienten ohne Ch.p.

a = Meßwerte für Strecke A

n = Anzahl der Fälle

Bei Bestimmung der Strecke B ergaben sich folgende Werte:

Mittelwert und Standardabweichung für Strecke B

bei Patienten mit Ch.p. : 69,30 mm $\pm$ 3,94 mm

bei Patienten ohne Ch.p. : 70,96 mm $\pm$ 5,61 mm

Auch hier läßt sich bei Vergleich der Meßergebnisse für beide Kollektive kaum ein Unterschied feststellen (s. Abb 5). Wie bei Strecke A, so ist auch bei B die Streuung der Werte in beiden Gruppen etwa gleich groß.

Für B liegen die Werte zwischen 60 und 80 mm in Gruppe I (Pat. mit Ch.p.) und zwischen 60 und 85 mm in Gruppe II (Pat. ohne Ch.p.) (s. auch Tab. II).

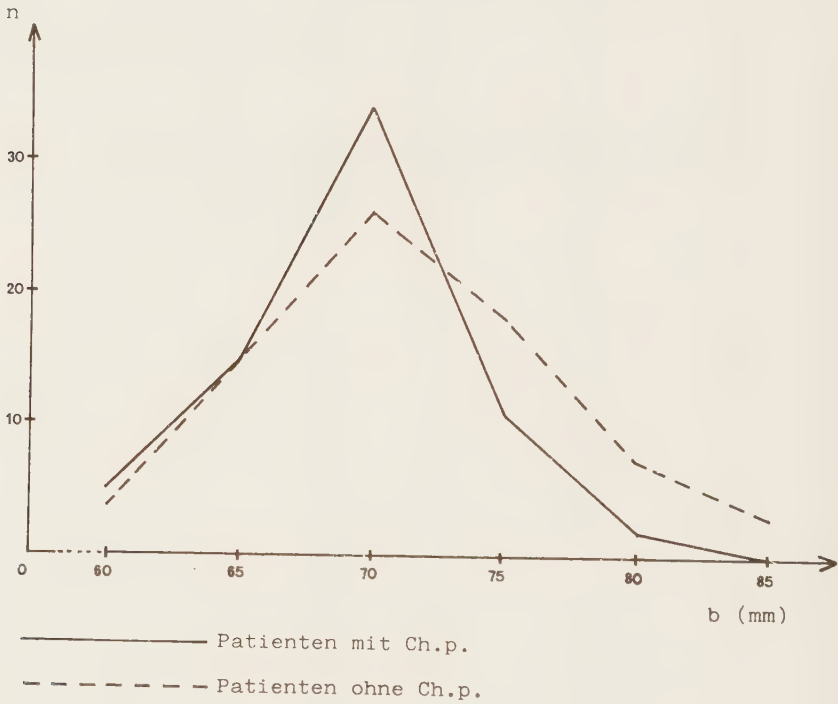
Tabelle II

Messung des Abstandes zwischen dem höchsten Punkt der Tuberositas tibiae und der Hinterkante des Tibiakopfes (Strecke B) bei der Patientengruppe mit Ch.p. und der Kontrollgruppe und Gegenüberstellung der Meßwerte.

Strecke B (mm)	Anzahl der Fälle bei Patienten	
	mit Ch.p. n	ohne Ch.p. n
60	1	1
61	2	1
62	2	2
63	1	5
64	1	-
65	3	5
66	3	3
67	7	2
68	6	7
69	9	4
70	7	6
71	4	3
72	8	6
73	5	3
74	5	7
75	-	3
76	1	4
77	-	1
78	1	4
79	-	2
80	1	-
81	-	-
82	-	1
83	-	2
84	-	-
85	-	1

Abb. 5:

Vergleichende Darstellung der Meßwerte für Strecke B (Abstand zwischen dem höchsten Punkt der Tuberositas tibiae und der Hinterkante des Tibiakopfes) bei der Gruppe der an Ch.p. Erkrankten und der Kontrollgruppe.



b = Meßwerte für Strecke B

n = Anzahl der Fälle

Anders verhält es sich bei der Ausmessung der Tuberositas tibiae.

Mittelwert und Standardabweichung für Strecke C:

bei Patienten mit Ch.p. : 7,36 mm $\pm$ 2,46 mm

bei Patienten ohne Ch.p.: 9,37 mm $\pm$ 2,17 mm

Ein Vergleich ergibt, daß der Durchschnittswert von C bei den an Chondropathie Erkrankten um 21 % niedriger liegt als in der Kontrollgruppe (siehe auch Abb. 6).

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte in Abb. 6 und Tab. III, so stellt man fest, daß bei den Patienten mit Ch.p. (Gruppe I) die Werte insgesamt in einem niedrigeren Bereich liegen als bei den Patienten ohne Ch.p. (Gruppe II).

Bei den Patienten der Gruppe I treten Schienbeinrauhigkeiten von 2 und 4 mm auf, die in jedem Falle eine Minderentwicklung darstellen und bei den Kniegelenken der Kontrollgruppe nicht nachzuweisen sind.

Andererseits findet sich bei den Patienten der Gruppe I keine Tuberositas tibiae, die höher ist als 12 mm, während in der Kontrollgruppe die Werte bis zu 14 mm reichen.

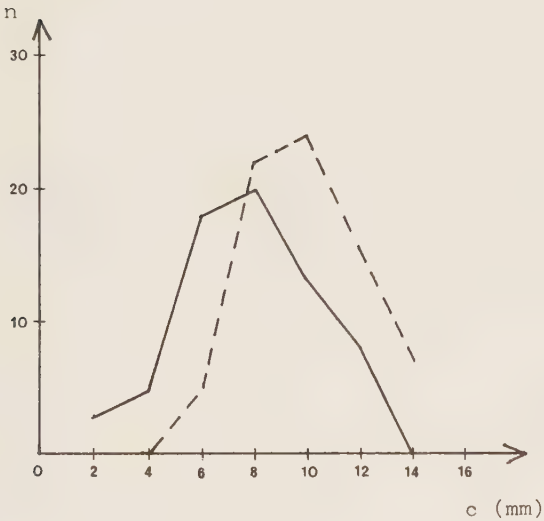
Tabelle III

Messung der Höhe der Tuberositas tibiae (Strecke C) bei der Patientengruppe mit Ch.p. und der Kontrollgruppe und Gegenüberstellung der Meßwerte.

Strecke C mm	Anzahl der Fälle bei Patienten	
	mit Ch.p. n	ohne Ch.p. n
1	-	-
2	3	-
3	-	-
4	5	-
5	7	2
6	11	3
7	7	11
8	13	11
9	9	13
10	4	11
11	4	10
12	4	5
13	-	4
14	-	3

Abb. 6:

Vergleichende Darstellung der Meßwerte für Strecke C (Höhe der Tuberositas tibiae) bei der Gruppe der an Ch.p. Erkrankten und der Kontrollgruppe.



———— Patienten mit Ch.p.

- - - - - Patienten ohne Ch.p.

c = Meßwerte für Strecke C

n = Anzahl der Fälle

Für den INSALL-SALVATI-Index wurden folgende Ergebnisse gefunden:

Mittelwert und Standardabweichung

bei Patienten mit Ch.p. : $0,91 \pm 0,12$

bei Patienten ohne Ch.p.: $0,99 \pm 0,11$

Der Durchschnittswert der Kontrollgruppe entspricht mit 0,99 und einer Standardabweichung von 0,11 dem von INSALL und SALVATI selbst gefundenen Normalwert (49).

Demgegenüber ist der für die Patientengruppe gefundene Mittelwert von 0,91 deutlich niedriger.

Insgesamt liegen die Werte in dieser Gruppe zwischen 0,71 und 1,32; die Grenzwerte von 0,74 und 1,28 bei den Kniegelenken ohne retropatellaren Knorpelschaden sind ähnlich (siehe Tab. IV und Abb. 7). Die Streuung ist also für beide Gruppen etwa gleich groß.

Die Kurven in den Abb. 4 bis 7 entsprechen jeweils einer Normalverteilung.

Tabelle IV

Bestimmung des INSALL-SALVATI-Index bei 67 Patienten mit Ch.p. und 73 Patienten ohne Ch.p. und Gegenüberstellung der Ergebnisse.

INSALL-SALVATI-Index (PL:SL)	Anzahl der Fälle bei Patienten	
	mit Ch.p. n	ohne Ch.p. n
0,71	1	-
0,72	-	-
0,73	1	-
0,74	-	1
0,75	-	-
0,76	1	-
0,77	2	-
0,78	1	1
0,79	6	1
0,80	5	1
0,81	1	-
0,82	1	-
0,83	1	-
0,84	2	-
0,85	4	2
0,86	-	2
0,87	1	1
0,88	2	2
0,89	2	1
0,90	2	2
0,91	2	3
0,92	3	3
0,93	2	1
0,94	2	8
0,95	1	-
0,96	8	7
0,97	-	-
0,98	4	7
0,99	-	-
1,00	2	3
1,01	-	-
1,02	-	3
1,03	-	-

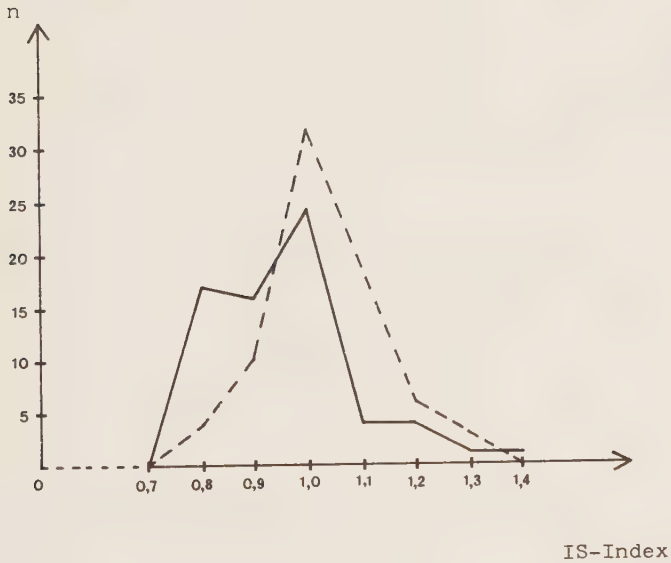
Tabelle IV (Fortsetzung)

Bestimmung des INSALL-SALVATI-Index bei 67 Patienten mit Ch.p. und 73 Patienten ohne Ch.p. (Kontrollgruppe) und Gegenüberstellung der Ergebnisse.

INSALL- SALVATI-Index (PL:SL)	Anzahl der Fälle bei Patienten	
	mit Ch.p. n	ohne Ch.p. n
1,04	2	5
1,05	-	-
1,06	-	2
1,07	-	2
1,08	1	3
1,09	-	2
1,10	1	1
1,11	1	-
1,12	-	-
1,13	1	2
1,14	-	1
1,15	1	-
1,16	-	1
1,17	1	-
1,18	-	1
1,19	-	-
1,20	-	1
1,21	-	-
1,22	1	1
1,23	-	1
1,24-1,27	-	-
1,28	-	1
1,29-1,31	-	-
1,32	1	-

Abb. 7:

Vergleichende Darstellung der Meßwerte für den Index nach INSALL-SALVATI bei der Gruppe der an Ch.p. Erkrankten und der Kontrollgruppe.



———— Patienten mit Ch.p.
- - - - - Patienten ohne Ch.p.
n = Anzahl der Fälle

Es wurden - getrennt für die Patientengruppen I und II - Streuungsdiagramme für die Wertepaare A-B, A-C und B-C und außerdem für den INSALL-SALVATI-Index jeweils mit A, B und C angefertigt, um zu sehen, ob eine Korrelation der einzelnen Größen untereinander besteht. Letztere ergab sich nur für die Streckenlängen A-B, zwischen denen in Gruppe I (Pat. mit Ch.p.) und noch deutlicher in Gruppe II (Pat. ohne Ch.p.) jeweils ein Zusammenhang erkennbar wurde. Die Gesamtheit der Wertepaare A-B nimmt in etwa die Form einer Geraden an, die Einzelwerte streuen jedoch ziemlich stark (siehe Abb. 8). Darauf wird in der Diskussion noch näher einzugehen sein.

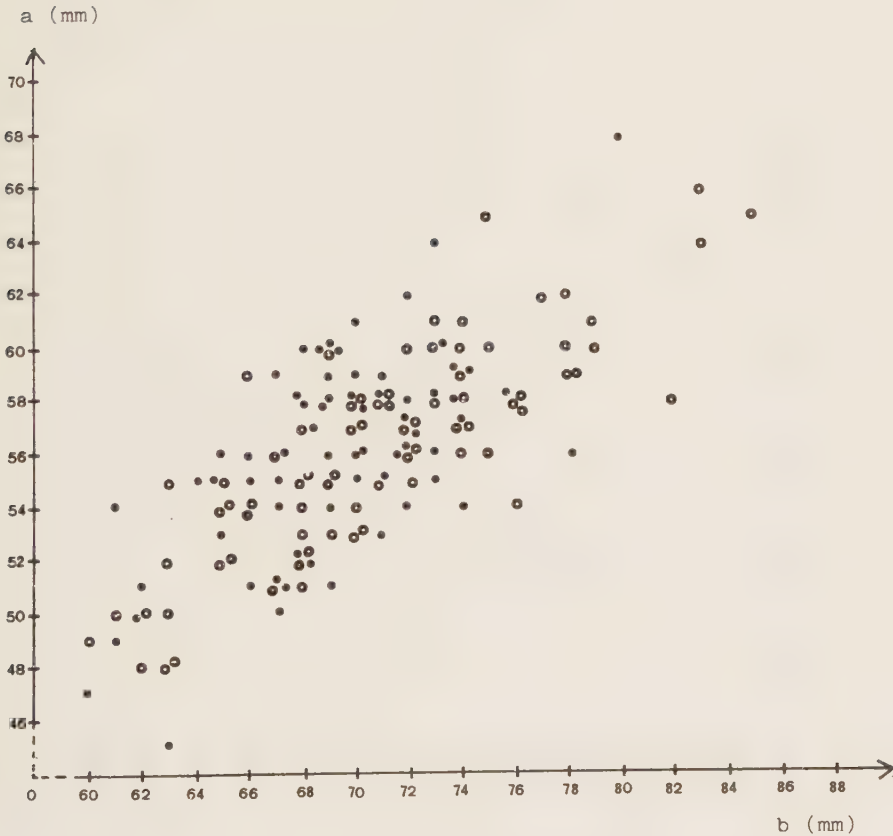
Für die Wertepaare A-C und B-C fand sich keine Korrelation. Dies äußert sich darin, daß die entsprechenden Wertepaare eine sogenannte "Punktwolke" bilden, welche nicht die Form einer Geraden aufweist.

In Abb. 9 ist als Beispiel nur das Verhältnis der Strecken A und C zueinander wiedergegeben; das Verhältnis B-C stellt sich ähnlich dar.

Auch zwischen dem IS-Index und den Längen A, B und C besteht keine Korrelation. Als Abbildungsbeispiel hierfür wurde die Beziehung IS-Index - Strecke C gewählt (siehe Abb. 10).

Zum Schluß wurden die Durchschnittswerte der untersuchten Größen A, B, C und des IS-Index in jeder der beiden Patientengruppen getrennt für Männer und Frauen errechnet. Die Ergebnisse sind in Tab. V wiedergegeben.

Abb. 8: Streuungsdiagramm für die Werte der Strecken A und B bei den Patienten mit Ch.p. und den Patienten der Kontrollgruppe.



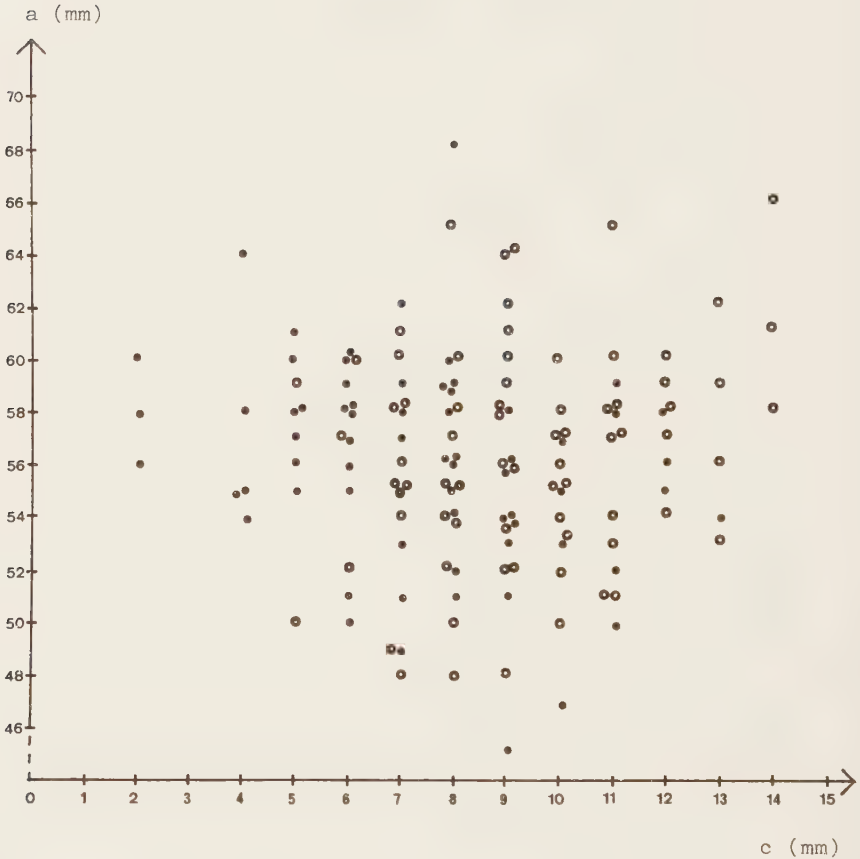
• Patienten mit Ch.p.

○ Patienten der Kontrollgruppe

a = Meßwerte für Strecke A

b = Meßwerte für Strecke B

Abb. 9: Streuungsdiagramm für die Werte der Strecken A und C
bei den Patienten mit und ohne Ch.p.



a = Meßwerte für Strecke A

c = Meßwerte für Strecke C

• Patienten mit Ch.p

○ Patienten ohne Ch.p.

Abb. 10: Streuungsdiagramm für den IS-Index und die Höhe der Tuberositas tibiae (Strecke C) bei den Patienten mit und ohne Ch.p.

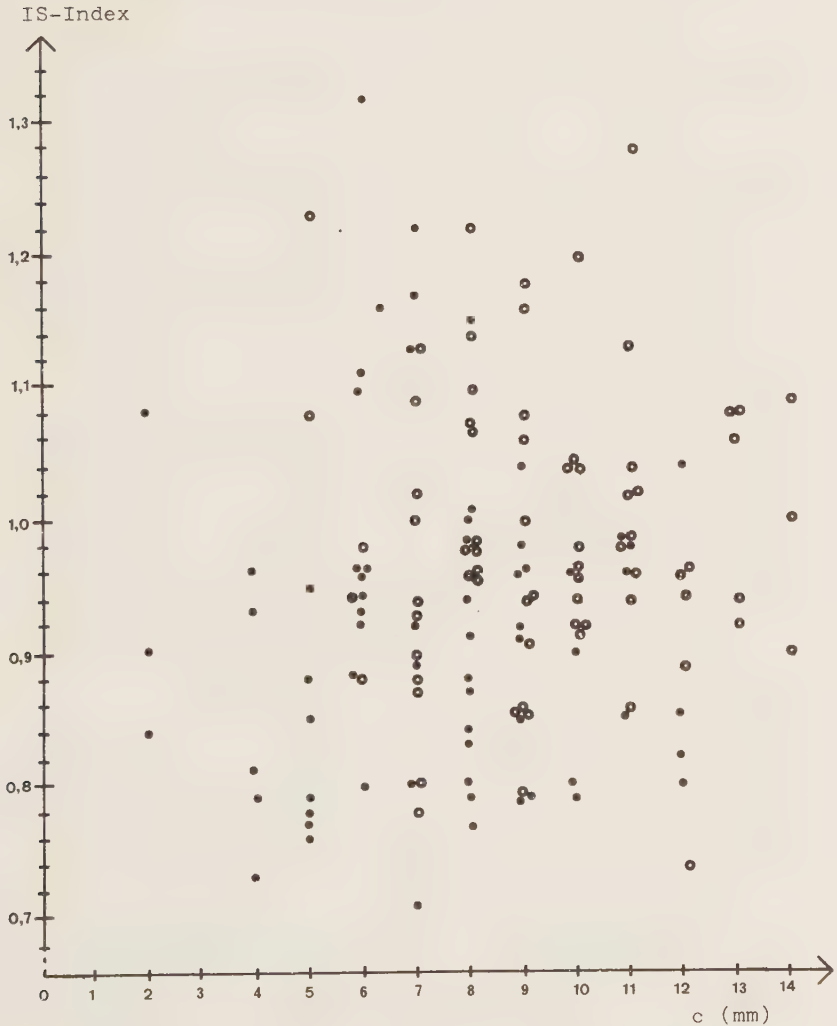


Tabelle V

Durchschnittswerte der untersuchten Größen A, B, C und INSALL-SALVATI-Index getrennt für Männer und Frauen.

<u>Patienten mit Ch.p.</u>	<u>Patienten ohne Ch.p.</u>
<u>Mittelwert A:</u>	<u>Mittelwert A:</u>
Männer: 56,44 mm	Männer: 57,17 mm
Frauen: 51,83 mm	Frauen: 50,70 mm
insgesamt: 56,03 mm	insgesamt: 56,29 mm
<u>Mittelwert B:</u>	<u>Mittelwert B:</u>
Männer: 69,70 mm	Männer: 72,05 mm
Frauen: 65,00 mm	Frauen: 64,10 mm
insgesamt: 69,30 mm	insgesamt: 70,96 mm
<u>Mittelwert C:</u>	<u>Mittelwert C:</u>
Männer: 7,36 mm	Männer: 9,51 mm
Frauen: 7,33 mm	Frauen: 8,50 mm
insgesamt: 7,36 mm	insgesamt: 9,37 mm
<u>Mittelwert IS-Index:</u>	<u>Mittelwert IS-Index:</u>
Männer: 0,92	Männer: 0,99
Frauen: 0,89	Frauen: 0,96
insgesamt: 0,91	insgesamt: 0,99

2.6. Diskussion

2.6.1. Diskussion der Methode

Um zu beurteilen, ob eine Ch.p. durch einfach zu bestimmende Kriterien auf einem Röntgenbild festgestellt werden kann, wurden seitliche Röntgenaufnahmen von Kniegelenken auf bestimmte Größen hin untersucht:

- Länge des Tibiakopfes (Strecke A)
- Abstand der Tibiahinterkante vom höchsten Punkt der Tuberositas tibiae (Strecke B)
- Höhe der Tuberositas tibiae (Strecke C)
- INSALL-SALVATI-Index, wozu die Messung von Patellalänge und Länge des Ligamentum patellae erforderlich war.

Im allgemeinen waren die Konturen der ossären Kniegelenksanteile - Schienbeinkopf und Kniescheibe -, an denen die Messungen vorgenommen wurden, auf den Röntgenaufnahmen deutlich erkennbar. Bei sehr dunklen Aufnahmen konnte es Schwierigkeiten bereiten, die Begrenzungen von distalem und proximalem Patellapol eindeutig festzulegen. Auch die Insertionsstelle der Patellarsehne und die Prominenz der Tuberositas tibiae waren manchmal - v. a. bei sehr flach ausgebildeter Schienbeinrauigkeit - schwer zu erkennen.

Eine genügend gute Ausleuchtung ermöglichte jedoch in allen Fällen die sichere Bestimmung der genannten Punkte.

Da alle untersuchten Patienten das 20. Lebensjahr erreicht oder überschritten hatten und das Knochenwachstum in diesem Alter weitgehend abgeschlossen ist, sollten die Strecken A und B ihre endgültigen Längen erreicht haben.

Auch die knöcherne Entwicklung von Patella und Tuberositas tibiae ist nach JONASCH (53) und GÖRDES/KOLB (31) zu diesem Zeitpunkt schon beendet, so daß ein mögliches Vorhandensein von Knorpelarealen in diesen Bereichen nicht mehr berücksichtigt zu werden braucht. Für die Messungen an Patella und Tuberositas tibiae sind deren auf dem Röntgenbild erkennbare knöcherne Begrenzungen relevant.

Die Messung der Größen A, B und C basiert auf einer Untersuchung von STRAUSS (87), die er 1974 an 45 seitlichen Kniegelenksaufnahmen von Patienten mit genuiner Ch.p. und zum Vergleich an 45 Aufnahmen von Patienten, die einer Meniskusoperation unterzogen worden waren, durchgeführt hatte. Die Ch.p. war in allen Fällen operativ gesichert.

Bislang ist diese Untersuchung einmalig; in der Literatur fand sich kein Hinweis darauf, daß die von STRAUSS vorgenommenen Streckenmessungen in ähnlicher Weise wiederholt worden wären, so daß Aussagekraft und Zuverlässigkeit dieser Methode - evtl. im Vergleich mit anderen Untersuchungen - nicht zu beurteilen sind. Lediglich der Gedanke, daß die Höhe der Tuberositas tibiae von Bedeutung für eine Ch.p. sein könnte, wurde weiter verfolgt (NÜVEMANN/CONTZEN, 1981; 70).

Der Nutzen der Messungen von A, B und C für die Röntgendiagnostik der Ch.p. soll in der vorliegenden Arbeit überprüft werden.

Hinsichtlich des INSALL-SALVATI-Index, welcher von uns als Kriterium für eine möglicherweise vorhandene Patella alta verwendet wurde, wurden schon mehrfach Untersuchungen angestellt.

Bei der von INSALL und SALVATI entwickelten Methode zur Ermittlung der Patellahöhe werden an seitlichen Kniegelenksaufnahmen Länge des Ligamentum patellae und Längsdurchmesser der Patella bestimmt; der Quotient aus den beiden Größen sei $1 \pm 0,2$. Werde dieser Wert über- oder unterschritten, liege eine pathologische Patellahöhe vor. Bei der Beurteilung der Aufnahmen wird eine Beugung des Kniegelenks zwischen 20 und 70 Grad gefordert; ab 20 Grad Beugung ist das Ligamentum patellae gespannt und ändert, da es nicht wesentlich elastisch ist, auch mit zunehmender Beugung des Gelenks seine Länge nicht (INSALL/SALVATI, 49).

In einer späteren Arbeit verwendeten INSALL und SALVATI als Index für die Patellahöhe nicht mehr den Quotienten Sehnenlänge:Patellalänge, sondern den reziproken Wert, der auch unserer Arbeit zugrundegelegt wurde. Der Normalwert des Index ändert sich dadurch nicht, da die Patellarsehne in ihrer Länge der Kniescheibe entspricht (INSALL et al., 48).

JANSSEN (51) beurteilte die Methode nach INSALL und SALVATI als nicht ganz exakt, da die Längsachse der Patella manchmal schwer festzulegen sei. Seiner Meinung nach kann die Beurteilung der seitlichen Röntgenaufnahmen des Kniegelenks durch Rotations- bzw. Torsionsfehler der unteren Extremität beeinflusst werden. Letztere sind erkennbar an der fehlenden Kongruenz der hinteren Kondylengrenzen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde darauf geachtet, daß alle Kniegelenke streng seitlich dargestellt waren, um Ungenauigkeiten bei der Messung der Strecken besonders an Tibiakopf und Tuberositas tibiae zu vermeiden.

Auch HEPP (41) hatte bei 24 % seines Untersuchungsgutes Schwierigkeiten bei der Messung der für den IS-Index erforderlichen Größen. Eine der Hauptschwierigkeiten sah er dabei in der Bestimmung des Ansatzpunktes des Ligamentum patellae. In einem Vergleich von 4 Methoden zur Bestimmung der Patellahöhe gelangte er jedoch zu der Überzeugung, daß die Methode nach INSALL und SALVATI und diejenige nach BLUMENSAAT, die an anderer Stelle schon beschrieben wurde, am einfachsten seien.

JACOBSEN und BERTHEUSSEN (50) betrachten die Methode von INSALL-SALVATI als meßtechnisch einfacher und zuverlässiger als diejenige von BLUMENSAAT.

Weitere Meßmethoden, u. a. von BOON-ITT, LAURIN, BLACKBURNE/PEEL werden als meßtechnisch zu aufwendig und ungenau eingestuft (HEPP; 41).

2.6.2. Diskussion der Ergebnisse

Der Frage, ob gravierende Unterschiede in Form und Größe des Schienbeinkopfes bei den beiden untersuchten Patientengruppen bestünden, dienten die Messungen der Strecken A (Länge des Schienbeinkopfes), B (Abstand der Hinterkante des Tibiakopfes vom höchsten Punkt der Tuberositas tibiae) und C (Höhe der Tuberositas tibiae).

Vergleicht man die Mittelwerte und Standardabweichungen für A (siehe "Ergebnisse", Tab. I), so ist zwischen der Gruppe mit und derjenigen ohne Ch.p. kaum ein Unterschied feststellbar; auch die Kurven in Abb. 4 decken sich nahezu.

Der von uns ermittelte Durchschnitt für A in der Patientengruppe ($A = 56,03$ mm) ist etwas höher als der von STRAUSS (87) veröffentlichte ($A = 49,4$ mm), während in der Kontrollgruppe unser Wert ($A = 56,29$ mm) dem von STRAUSS eher entspricht ($A = 54,9$ mm).

Ähnlich verhält es sich bei den Werten für Strecke B (siehe "Ergebnisse", Tab. II und Abb. 5). Auch hierbei sind die Mittelwerte von Patienten- und Kontrollgruppe fast gleich groß und die Kurven haben annähernd denselben Verlauf.

Wieder weist der von uns gefundene Wert für B in der Chondropathiegruppe ($B = 69,30$ mm) gegenüber dem von STRAUSS ($B = 60,4$ mm) einen Unterschied auf, während in den entsprechenden Kontrollgruppen die Werte ähnlich sind ($B = 70,69$ mm in der eigenen Untersuchung; $B = 68,3$ mm in der Untersuchung von STRAUSS).

AUS DEN VORLIEGENDEN ERGEBNISSEN LÄSST SICH FOLGERN, DASS BEI DEN PATIENTEN, DIE AN CH.P. LEIDEN, DER SCHIENBEINKOPF IN ETWA DIE GLEICHE LÄNGE UND KONFIGURATION BESITZT WIE BEI DEN PATIENTEN, WELCHE KEINEN RETROPATELLAREN KNORPELSCHADEN AUFWEISEN, SO DASS MAN DAVON AUSGEHEN KANN,

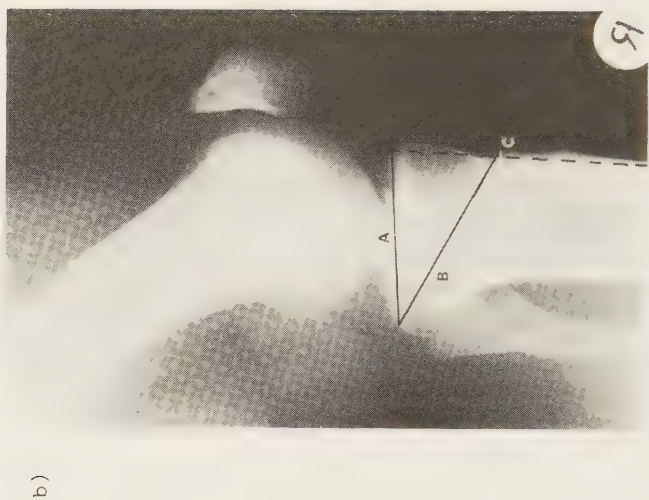
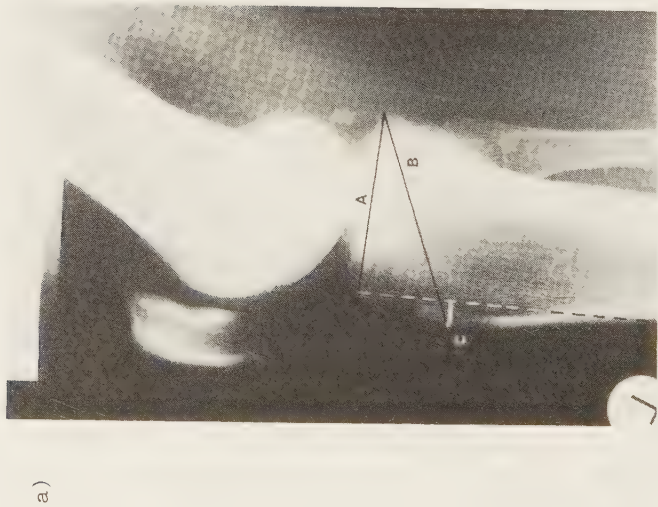
DASS IN BEIDEN FÄLLEN DER TIBIAKOPF NORMAL KONFIGURIERT IST UND EINE DYSPLASIE FÜR DIE AUSPRÄGUNG EINER CH.P. KEINE ROLLE SPIELT.

EINE MESSUNG DER STRECKEN A UND B ALS ROUTINEUNTERSUCHUNG AN SEITLICHEN KNIEGELENKSAUFNAHMEN KANN BEI VERDACHT AUF CH.P. NICHT WEITERHELFFEN UND ERÜBRIGT SICH DEMNACH.

Was die Strecke B anbelangt, so kann diese als eigenständiger Meßparameter auch deshalb keine Verwendung finden, weil ihre Länge von anderen Größen - Länge des Schienbeinkopfes, Höhe der Tuberositas tibiae und Abstand der Tuberositas tibiae von der Tibiaoberkante - abhängig ist. Dies ergibt sich aus ihrer Lage und ihrer Beziehung zu den genannten Strecken, dargestellt in Abb. 3, und wird bestätigt durch Abb. 8, die das Streuungsdiagramm der Wertepaare A-B wiedergibt. Da die Gesamtheit dieser Wertepaare die Form einer Geraden annimmt, besteht eine direkte Beziehung zwischen A und B. Das heißt, daß B umso größer ist, je höher die Werte für A sind. Die starke Streuung der Einzelwerte liegt u. a. daran, daß auch die Höhe der Schienbeinrauhigkeit in die Meßstrecke B eingeht.

Auf den folgenden Seiten sind in den Abb. 11 und 12 und den dazugehörigen Maßangaben Fälle dargestellt, bei denen die Beziehung zwischen A, B und C besonders deutlich wird.

Abb. 11



Zu Abb. 11 a:

Seitliche Aufnahme des linken Kniegelenks bei einem 37jährigen Patienten mit Ch.p. Grad II und Innenmeniskusläsion.

Folgende Streckenlängen wurden gemessen:

A = 56 mm

B = 70 mm

C = 9 mm

Zu Abb. 11 b:

Seitliche Aufnahme des rechten Kniegelenks bei einem 21jährigen Patienten mit isolierter Ch.p. Grad II.

Folgende Streckenlängen wurden gemessen:

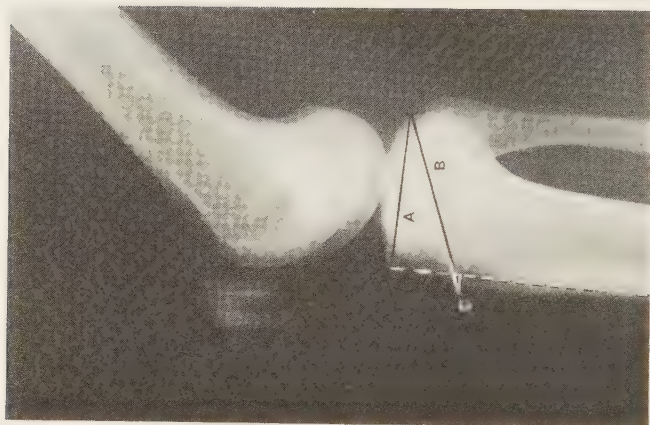
A = 56 mm

B = 65 mm

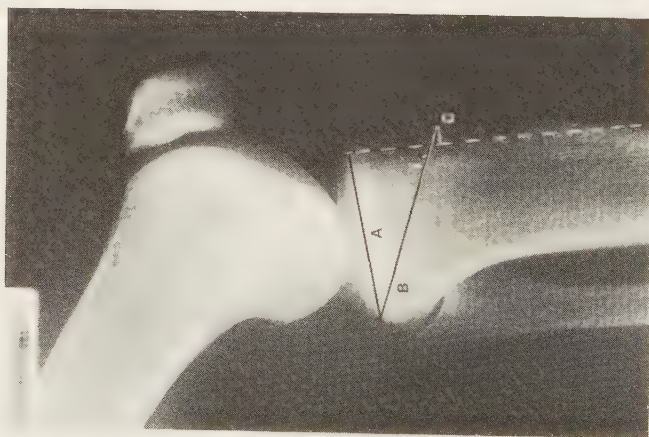
C = 2 mm

Vergleicht man die für A, B und C angegebenen Maße, zeigt sich, daß bei beiden Patienten der Schienbeinkopf gleich lang ist (Strecke A), die Tuberositas tibiae beim Patienten der Abb. 11 a aber höher ist als beim Patienten der Abb. 11 b (Strecke C).

Demzufolge ist auch die Strecke B beim ersten Patienten länger als beim zweiten.



b)



a)

Abb. 12

Zu Abb. 12 a:

Seitliche Aufnahme des rechten Kniegelenks bei einem 40jährigen Patienten mit anteromedialer Instabilität. Ch.p. war nicht nachgewiesen.

Folgende Streckenlängen wurden gemessen:

A = 60 mm

B = 72 mm

C = 7 mm

Zu Abb. 12 b:

Seitliche Aufnahme des linken Kniegelenks bei einem 22jährigen Patienten mit posterolateraler Instabilität. Ch.p. war nicht nachgewiesen.

Folgende Streckenlängen wurden gemessen:

A = 49 mm

B = 60 mm

C = 7 mm

Bei beiden Patienten ist die Tuberositas tibiae gleich hoch (Strecke C). Beim Patienten der Abb. 12 a ist aber der Schienbeinkopf (Strecke A) und damit auch die Strecke B erheblich länger als beim Patienten der Abb. 12 b.

Noch in einer weiteren Hinsicht ist bei der Beurteilung von A und B Vorsicht geboten:

Aus der Tabelle V ist ersichtlich, wie sich die Längen von A, B, C und der IS-Index im Durchschnitt auf Männer und Frauen verteilen.

Da die Gruppe der Frauen gegenüber der der Männer zahlenmäßig sehr gering ist, ist ein Vergleich zwischen beiden Gruppen nur mit Vorbehalt und ohne definitive Aussage möglich. Trotzdem soll darauf hingewiesen werden, daß sich für A und B bei den Männern höhere Werte finden als bei den Frauen und somit der Schienbeinkopf bei den Männern größer ist. Dies ist verständlich, da ja zwischen männlichen und weiblichen Individuen Unterschiede in der Körpergröße bestehen. Wenn man also die Werte von A und B beurteilen möchte, sollte man das Geschlecht der jeweiligen untersuchten Person berücksichtigen.

Neben der Länge des Schienbeinkopfes (A) und dem Abstand Tibiakopfhinterkante - Tuberositas tibiae (B) war in der Untersuchung von STRAUSS (87) zur Beurteilung des Schienbeinkopfes auch die Höhe der Schienbeinrauhigkeit (C) berücksichtigt worden. Für letztere fand er dabei mit 4,92 mm für chondromalazische und 8,80 mm für normale Kniegelenke um über 40 % differierende Mittelwerte und damit einen signifikanten Unterschied in der Höhe der Schienbeinrauhigkeit bei den zwei von ihm untersuchten Patientengruppen.

In unserer eigenen Untersuchung betrug der Durchschnittswert für C im Kontrollkollektiv 9,37 mm. Demgegenüber liegt der Mittelwert für das Patientenkollektiv (Ch.p.) mit 7,36 mm zwar in einem niedrigeren Bereich, der Unterschied von 2 mm, das entspricht 21 %, ist jedoch nicht signifikant und reicht bei weitem nicht an die bei STRAUSS (87) angegebene Differenz von 40 % hin (siehe dazu auch Tab. III und Abb. 6).

NÜVEMANN und CONTZEN (70) fanden bei 57 Fällen von ebenfalls operativ gesicherter idiopathischer Ch.p. in 60 % eine beidseitige Tuberositashypoplasie, die in einem Kontrollkollektiv nur in 20 % und bei posttraumatischer Ch.p. überhaupt nicht vorkam. Die Höhe der Tuberositas tibiae wurde dabei anhand seitlicher Röntgenaufnahmen eingeschätzt. In der von uns durchgesehenen Literatur fand sich nirgends eine exakte Angabe für eine Hypoplasie der Tuberositas tibiae. Setzt man nach eigenen Messungen die Grenze für eine Tuberositashypoplasie bei 7 mm an (d. i. der mittlere Normalwert abzüglich der einfachen Standardabweichung), so finden sich im Kollektiv der Patienten mit Ch.p. in 10 % grenzwertige Schienbeinrauhigkeiten von 7 mm und in 39 % Werte unterhalb 7 mm.

Im Kontrollkollektiv hat ein verhältnismäßig hoher Anteil von Schienbeinrauhigkeiten, nämlich 15 %, eine Höhe von 7 mm; hingegen sind nur 7 % kleiner als 7 mm (siehe Tab. III und Abb. 6).

Diese Betrachtungen lassen erkennen, daß die Übergänge von unterentwickelter zu normaler Tuberositas tibiae fließend sind und daß eine Tuberositashypoplasie oftmals schwer abzugrenzen ist.

Die niedrigsten Werte liegen bei 2 mm (3 Fälle) und 4 mm (5 Fälle). Sie traten nur im Kollektiv der an Chondropathie Erkrankten auf; in normalen Kniegelenken wurden sie nicht erreicht.

Abb. 11b zeigt eine solche Schienbeinrauhigkeit, die man danach als hypoplastisch bezeichnen kann. Negative Werte für C, wie sie von STRAUSS (87) beschrieben wurden, fanden wir allerdings nicht. Da auf eine genaue seitliche Einstellung der Kniegelenke auf den Röntgenbildern geachtet wurde, war eine ungenügende Darstellung der Tuberositas tibiae durch seitliche Drehung des Schienbeinkopfes ausgeschlossen.

INSGESAMT GESEHEN KOMMT ALSO EINE FLACHE TUBEROSITAS TIBIAE BEI CH.P. HÄUFIGER VOR ALS BEI GESUNDEN KNIEGELLENKEN, JEDOCH IST DIE ABSOLUTE HÄUFIGKEIT VON 39 % NICHT SO BEDEUTEND, DASS MAN EINE TUBEROSITASHYPOPLASIE ALS CHARAKTERISTISCHE BEGLEITDEFORMITÄT FÜR EINE CH.P. ERWARTEN KÖNNTE.

DIE ERGEBNISSE VON STRAUSS (87) UND NÜVEMANN/CONTZEN (70) KÖNNEN DURCH UNSERE UNTERSUCHUNGEN NICHT IN VOLLEM UMFANG BESTÄTIGT WERDEN. EIN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN CH.P. UND TUBEROSITASHYPOPLASIE MACHT SICH NICHT SIGNIFIKANT BEMERKBAR, ER KANN JEDOCH AUCH NICHT EINDEUTIG WIDERLEGT WERDEN.

Möglicherweise können in Einzelfällen sehr schwach ausgeprägte Schienbeinrauhigkeiten, wie sie zwar in unserer Patientengruppe, nicht jedoch in der Kontrollgruppe auftreten, über eine Erhöhung des femoropatellaren Drucks die Entwicklung eines retropatellaren Knorpelschadens begünstigen. Dies wäre jedoch, im Widerspruch zu STRAUSS und NÜVEMANN, sehr selten. Da auch im Kontrollkollektiv flach ausgebildete Schienbeinrauhigkeiten vorkommen, kann unseres Erachtens bei Abflachung des vorderen Schienbeinhöckers nicht unbedingt auf eine begleitende Chondromalazie geschlossen werden und die Höhe der Tuberositas tibiae als zuverlässiger radiologischer Hinweis für das Vorliegen einer Ch.p. verwendet werden.

In der vorliegenden Untersuchung war in einem vorgegebenen Kollektiv von Patienten mit Ch.p. die Häufigkeit einer flachen Tuberositas tibiae festgestellt worden.

Umgekehrt bleibt zu überprüfen, ob in einem Kollektiv von Untersuchungspersonen mit unterentwickelten Schienbeinrauhigkeiten eine Ch.p. signifikant häufig vertreten ist oder nicht. Eine solche Untersuchung vermag vielleicht noch genaueren Aufschluß über ein gemeinsames Vorkommen von Ch.p. und Tuberositashypoplasie zu geben.

In dem Streuungsdiagramm von Abb. 9 sind - sowohl für die Patienten mit als auch für die Patienten ohne Ch.p. - die Wertepaare für A und C in Form einer "Punktwolke" diffus über das Koordinatennetz verteilt.

DAS BEDEUTET, DASS ZWISCHEN DER HÖHE DER TUBEROSITAS TIBIAE (STRECKE C) UND DER LÄNGE DES SCHIENBEINKOPFES (STRECKE A) KEINE BEZIEHUNG BESTEHT.

Zu dem gleichen Schluß gelangte auch STRAUSS in seiner Untersuchung (87).

EBENSOWENIG GIBT ES EINEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN STRECKE C UND DER STRECKE B, WELCHE DEN ABSTAND VON DER TIBIAKOPF-HINTERKANTE BIS ZUM HÖCHSTEN PUNKT DER TUBEROSITAS TIBIAE ANGIBT!

Bezüglich der Höhe der Tuberositas tibiae besteht zwischen Männern und Frauen eine wesentlich geringere Diskrepanz als bei Strecke A oder B (siehe Tab. V). Es ist nicht anzunehmen, daß die Ausprägung des Schienbeinhöckers geschlechtsspezifisch erfolgt.

In Ergänzung zu den auch von STRAUSS gemessenen Größen untersuchten wir noch den INSALL-SALVATI-Index, wozu wir den Quotienten Patellallänge : Länge des Ligamentum patellae verwendeten. Der von uns gefundene Normalwert von 0,99 bei den Kniegelenken ohne Ch.p. kommt den in der Literatur genannten gleich:

INSALL et al. gaben für das Verhältnis Patellallänge : Patellarsehnenlänge ebenfalls einen Normalwert von 0,99 an (48). Bei LANCOURT und CHRISTINI betrug das Verhältnis Patellallänge : Sehnenlänge 1,0 in normalen Kniegelenken (60), und bei JACOBSEN und BERTHEUSSEN war das reziproke Verhältnis 1,0 (50).

INSALL et al. fanden in einer Untersuchung an 77 Patienten mit pathologischen Kniegelenken einen durchschnittlichen IS-Index von 0,8 (Verhältnis Patellalänge : Patellarsehnenslänge). Es handelte sich aber hierbei nicht um Personen, die an Ch.p. litten, sondern um Fälle von habitueller Patellaluxation (48).

Als Normalwert, der an einem Kontrollkollektiv von 114 Kniegelenken ermittelt worden war, gaben INSALL et al. einen Index von 0,99 an (ebenfalls Patellalänge : Patellarsehnenslänge) (48).

Die Differenz zwischen normalem und pathologischem Wert beträgt dabei 0,19; das macht 20 % des Normalwertes aus.

Nach INSALL et al. liegt also eine abnorme Patellaposition (Patella alta oder baja) dann vor, wenn der IS-Index des jeweils untersuchten Kniegelenks um mehr als 20 % nach unten oder oben vom Normalwert abweicht (48, 49).

In unseren Untersuchungen ergab sich bei Vorliegen einer Ch.p. ein durchschnittlicher IS-Index von 0,91.

Dieser liegt, wie es für einen Kniescheibenhochstand in unserem Falle gefordert wird, unterhalb des von uns gefundenen Normalwertes von 0,99; die Differenz zum Normalwert beträgt 0,8. Das entspricht einer Abweichung des pathologischen Wertes (0,91) um 8 % vom Normalwert (0,99) und liegt somit wesentlich niedriger als die von INSALL et al. geforderte Abweichung um 20 %.

AUS DEM VERGLEICH DER MITTELWERTE FÜR ERKRANKTE UND NICHT ERKRANKTE KNIEGELENKE LÄSST SICH IN DIESER ARBEIT ALSO NICHT AUF EIN SIGNIFIKANT GEHÄUFTES AUFTRETEN EINES PATELLAHOCHSTANDES BEI CH.P. SCHLIESSEN.

Bei Betrachten der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Indices in den beiden Patientengruppen (siehe Tab. IV und Abb. 7) muß zunächst folgendes gesagt werden: Es gibt keine einheitliche Definition der Patella alta; sie orientiert sich nach der jeweils verwendeten Meßmethode.

Von der von INSALL und SALVATI vertretenen Auffassung, daß eine Patella alta oder baja bei Abweichung von mindestens 20 % vom Normalwert vorliege (48, 49), gibt es in der Literatur Abweichungen. Bei JACOBSEN und BERTHEUSSEN (50) besteht eine Patella alta erst ab Werten von 1,3 für das Verhältnis Sehnenlänge : Patellalänge; HEPP (41) fordert für den Quotienten Patellalänge : Sehnenlänge sogar Werte unter 0,75.

Je nachdem, welche Definition man zugrunde legt, werden sich in einem Patientenkollektiv unterschiedliche Häufigkeiten für das Vorkommen eines Patellahochstandes ergeben.

Nach eigener Definition wurde der Normbereich für den IS-Index mit dem Mittelwert $\pm$ der einfachen Standardabweichung festgelegt. Dies entspricht einem Bereich von 0,88 bis 1,10. Werte unterhalb von 0,88 sprechen für eine Patella alta, Werte oberhalb von 1,10 für eine Patella baja.

Bei den an Chondropathie erkrankten Patienten sind Werte, die kleiner als 0,88 sind und somit einer Patella alta entsprechen, in 39 % der Fälle vertreten; im Kollektiv der nicht Erkrankten dagegen nur in 12 % der Fälle.

Ein IS-Index im Sinne einer Patella alta tritt also bei Patienten mit Ch.p. drei- bis viermal so oft auf wie bei den Patienten mit sonstigen Kniebinnenschäden.

Legt man nun die Definition von INSALL/GOLDBERG/SALVATI (48, 49), die an anderer Stelle schon erläutert wurde, unserer Untersuchung zugrunde, so ergibt dies für den IS-Index einen Normbereich von 0,8 - 1,2. Werte unterhalb 0,8 entsprechen einer Patella alta.

In unserem Untersuchungsgut finden sich bei 18 % der Patienten mit Ch.p. Werte für den IS-Index, die kleiner sind als 0,8.

Im Kontrollkollektiv hingegen macht der Anteil der Werte unterhalb 0,8 nur 4 % aus. Auch nach der Definition von INSALL et al. ist eine Patella alta bei unseren Patienten mit Ch.p. viermal so häufig wie bei den Patienten ohne Ch.p.

Die Tatsache, daß ein Kniescheibenhochstand bei der Patientengruppe mit Ch.p. im Vergleich zur Kontrollgruppe etwa viermal so oft vorkommt, läßt einen Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Patella alta und einer Ch.p. erkennen. Absolut gesehen ist aber die Häufigkeit, mit der eine hochstehende Kniescheibe bei den Patienten mit Ch.p. vorkommt, nicht bemerkenswert: nach eigener Definition beträgt sie 39 %, d. i. weniger als die Hälfte der Fälle, und nach der Definition von INSALL et al. nur 18 %.

MAN KANN ANNEHMEN, DASS DIE PATELLA ALTA FÜR DIE ENTSTEHUNG EINER CH.P. EINE GEWISSE ROLLE SPIELT. NACH UNSEREN ERMITTLUNGEN IST DAS ZUSAMMENTREFFEN EINER CHONDROMALAZIE MIT EINER HOCHSTEHENDEN KNIESCHEIBE ABER NICHT SO HÄUFIG, DASS MAN LETZTERE AUF RÖNTGENAUFNAHMEN ALS ZUVERLÄSSIGEN HINWEIS FÜR EINE CH.P. BETRACHTEN DARF.

Im Gegensatz dazu fanden LANCOURT und CHRISTINI 1975 in ihrer Untersuchung (60) einen signifikanten Zusammenhang zwischen Patella alta und Ch.p.

Nach ihrer Aussage stellt die Patella alta einen der Hauptfaktoren in der Ätiologie der Ch.p. dar. Der von ihnen ermittelte Index von 0,86 liegt allerdings erheblich unter dem von uns gefundenen von 0,91. Auch beruhte in ihrem Untersuchungsgut die Diagnose der Ch.p. nur auf klinischen Befunden.

MARKS und BENTLEY (66) hingegen fanden in einer Gruppe von Personen mit operativ gesicherter Ch.p. einen statistisch signifikanten Unterschied zu einer gesunden Kontrollgruppe nur bei Frauen mit einer Chondromalazie der Grade III und IV;

bei den männlichen Patienten oder bei leichteren Formen einer Chondromalazie ergab sich keine Beziehung zwischen einem niedrigen IS-Index und der Erkrankung. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, daß in MARKS' und BENTLEYS Untersuchungsgut Indexwerte bis zu 1,28 auftauchen. Extrem hohe Indexwerte können den Durchschnittswert in eine bestimmte Richtung verschieben.

Auch bei unseren Chondropathie-Patienten treten neben Indices zwischen 0,7 und 0,8 solche über 1,1 auf; der höchste erreichte Wert ist dabei 1,32 (siehe Tab. IV). Eine Verschiebung des Quotienten Patellalänge : Patellarsehnenlänge zu größeren Werten hin kann entweder durch ein kurzes Ligamentum patellae, d. h. eine tiefstehende Patella, oder auch durch eine extrem große Kniescheibe hervorgerufen werden, wie sie durch Verknöcherungsstörungen und Ausziehung der Patellaspitze nach unten beim SINDING-LARSEN-JOHANSSON-Syndrom entstehen kann.

Desgleichen kann nach HEPP (41) eine hypoplastische Kniescheibe für sehr kleine Indices verantwortlich sein. Zu große und zu kleine Kniescheiben können also - bei einer Messung der Patellahöhe nach INSALL-SALVATI - das Ergebnis verfälschen, so daß die genannte Methode in solchen Fällen nicht brauchbar ist.

HEPP (41) fand als normale Durchschnittswerte für die Länge der Kniescheibe bei Männern 5,1 und bei Frauen 4,7 cm mit Abweichungen von jeweils 1,5 - 2 cm. Bei unseren Patienten beträgt die durchschnittliche Länge der Patella bei den nicht an Chondropathie Erkrankten 4,88 cm und bei den Erkrankten 4,9 cm mit Reichweiten von insgesamt 4,1 bis 5,8 cm. Bei den Patientengruppen besteht also kein Unterschied in der Patellagröße. Gemessen an den Ergebnissen von HEPP liegen unsere Patellae im Normbereich. In unserem Patientengut ließ sich keine Kniescheibe mit knöcherner Ausziehung des distalen Pols entdecken. Auch waren kleine Kniescheiben, wie z. B.

4,1 und 4,3 cm, nicht notwendigerweise mit einem längeren Ligamentum patellae verknüpft. Die niedrigen Werte für den IS-Index bei unseren Patienten mit und ohne Ch.p. beruhen demnach auf einer Patella alta und die hohen Werte auf einer Patella baja.

Letztere ist - nach eigener Definition - im Patientenkollektiv immerhin mit 9 % und im Kontrollkollektiv mit 12 % vertreten. Die Tatsache, daß eine Patella baja in der Patientengruppe mit Ch.p. fast ebenso stark vertreten ist wie in der Kontrollgruppe, macht verständlich, daß der Mittelwert des IS-Index bei den Chondropathiepatienten (0,91) nicht signifikant niedriger ist als in der Kontrollgruppe (0,99). Im Vergleich zur Kontrollgruppe kommt in der Patientengruppe eine hochstehende Kniescheibe nicht so häufig vor, um dies ausgleichen zu können (siehe auch Tab. IV).

Schon in der Einleitung wurde ausgeführt, welche Umstände ursächlich an der Entstehung einer Ch.p. beteiligt sein können. Wir wissen nicht, inwieweit zu einem bestehenden Hochstand der Kniescheibe noch andere Faktoren hinzukommen müssen, damit wirklich ein Knorpelschaden auftritt. Beim M. OSGOOD-SCHLATTER z. B. besteht eine enge Verknüpfung zwischen Patellahöhe und Tuberositas tibiae, da ein vermehrter Zug der Quadricepssehne und dadurch hervorgerufene Verknöcherungsstörungen der Tibiaapophyse als ätiologischer Faktor für Patella alta angesehen werden und nach neuesten Untersuchungen ein Kniescheibenhochstand bei der OSGOOD-SCHLATTER'schen Erkrankung signifikant gehäuft auftritt (VON GUMPPENBERG et al.; 35). Ob dabei auch retropatellare Knorpelschäden häufiger vorkommen, wurde allerdings nicht geklärt.

Auch wurde nicht näher auf die Vermutung eingegangen, daß der verstärkte Quadricepszug einen Einfluß auf die Entwicklung der Tuberositas haben könnte. Es erhebt sich die Frage, ob nach einer "traction apophysitis" durch den

starken Zug der Quadricepssehne und eventueller Fragmentation der Tibiaapophyse neben einer hochstehenden Knie-scheibe auch eine deformierte, minderentwickelte Schien-beinrauhigkeit zurückbleibt.

Bei JANSSEN (52) wird - unter Berufung auf SMILLIE (1974) - als Residuum eines M. OSGOOD-SCHLATTER nicht eine Ab-flachung, sondern im Gegenteil eine Prominenz des vor-deren Schienbeinhöckers angegeben.

Diese Zusammenhänge, die nicht eigentlicher Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind, bedürfen weiterer Abklärung.

WAS UNSERE EIGENEN UNTERSUCHUNGEN ANBELANGT, ERGIBT SICH KEIN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN EINER HOCHSTEHENDEN KNIE-SCHEIBE UND EINER TUBEROSITASHYPOPLASIE, WEDER IN DER GRUPPE DER PATIENTEN MIT CH.P. NOCH IN DER KONTROLLGRUPPE. Dies zeigt das Streuungsdiagramm für den IS-Index und Strecke C in Abb. 10. Sowohl ein niedriger IS-Index als auch eine flache Tuberositas tibiae kommen zwar in der Gruppe der Chondropathie-Patienten häufiger vor als in der Kontrollgruppe, jedoch sind die beiden Faktoren nicht miteinander kombiniert.

EBENSOWENIG BESTEHT EINE VERBINDUNG ZWISCHEN DEM IS-INDEX UND DER STRECKE A ODER DER STRECKE B.

Eine Abhängigkeit vom Geschlecht ergab sich für den IS-Index weder in der Gruppe der Patienten mit Ch.p. noch in der Kontrollgruppe. Für Männer und Frauen sind die Werte in der jeweiligen Gruppe nahezu gleich (siehe Tab. V).

3. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von exakt seitlich angefertigten Röntgenaufnahmen von Kniegelenken in 20 - 70 Grad Beugstellung sollte ermittelt werden, ob eine Chondropathia patellae mit einfach durchzuführenden Methoden auf einem Röntgenbild erkannt werden kann.

Bei 67 Patienten im Alter von 20 bis 56 Jahren mit operativ gesicherter Chondropathia patellae, von denen 61 männlich und 6 weiblich waren, und bei einem Vergleichskollektiv, bestehend aus 63 männlichen und 10 weiblichen Patienten im Alter von 20 bis 64 Jahren, die an Kniebinnenschäden ohne retropatellare Knorpelveränderungen litten, wurden an oben beschriebenen Röntgenaufnahmen des jeweils erkrankten Knies folgende Größen ausgemessen:

- Länge des Schienbeinkopfes (Strecke A)
- Abstand der Hinterkante des Tibiakopfes von der höchsten Stelle der Tuberositas tibiae (Strecke B)
- Höhe der Tuberositas tibiae (Strecke C)
- INSALL-SALVATI-Index als Quotient aus Längsdurchmesser der Patella und Länge des Ligamentum patellae.

Für die Strecken A und B ergab sich, daß ihre jeweiligen Mittelwerte in der Gruppe der Patienten mit Ch.p. und in der Vergleichsgruppe kaum einen Unterschied aufweisen und ihre Längen eine gewisse Abhängigkeit vom Geschlecht der untersuchten Person erkennen lassen. Deshalb kann die Messung von A und B bei Verdacht auf Ch.p. nicht zur Abklärung beitragen.

Zudem ist die Strecke B als eigenständiger Meßparameter nicht geeignet, da sich ihre Länge nach anderen Größen richtet.

Für die Höhe der Tuberositas tibiae wurde bei gesunden Kniegelenken ein Durchschnitt von 9,37 mm ermittelt. Demgegenüber weicht der bei Patienten mit Chondropathia patellae gefundene Mittelwert von 7,36 mm um 21 % ab. Diese Abweichung macht nur die Hälfte der von STRAUSS in einer eigenen Untersuchung (87) ermittelten Differenz von 40 % aus und kann nicht als signifikant bezeichnet werden.

Es wird für möglich erachtet, daß in Einzelfällen eine flache Tuberositas tibiae über eine Erhöhung des femoropatellaren Drucks die Entwicklung einer Chondromalazie unterstützen kann, jedoch wäre das nicht so häufig, daß man daraus eine Bedeutung der Tuberositashypoplasie für die radiologische Diagnostik der Ch.p. herleiten könnte.

Der in unserem Vergleichskollektiv gefundene INSALL-SALVATI-Index von 0,99 bestätigt den bei INSALL und SALVATI selbst (48) und bei anderen Autoren genannten Normalwert.

Der von uns ermittelte INSALL-SALVATI-Index von 0,91 bei den an Ch.p. erkrankten Patienten ist zwar im Sinne einer Patella alta in den Bereich niedriger Index-Werte verschoben, die Differenz zwischen den beiden Mittelwerten ist jedoch nicht signifikant.

Eine Patella alta tritt zwar in der Gruppe der Patienten mit Ch.p. häufiger auf als in der Gruppe der Patienten mit sonstigen Kniebinnenschäden, jedoch ist die Häufigkeit bei den Chondropathie-Patienten nicht so groß, daß man das Vorliegen einer Patella alta auf dem Röntgenbild zwangsläufig mit einer bestehenden Chondropathia patellae verknüpfen könnte.

Außer für die Werte A - B ergab sich weder bei den Patienten mit Ch.p. noch in der Kontrollgruppe irgendein Zusammenhang zwischen den einzelnen Größen, insbesondere nicht zwischen einer Patella alta und einer Tuberositashypoplasie, welcher für die Diagnosestellung einer Chondropathia patellae aufschlußreich gewesen wäre.

4. LITERATUR

1. AHLBÄCK, S., MATTSSON, S.: Patella alta and gonarthrosis.
Acta radiol. Diagn. 19, 578-584, 1978.
2. ALEMAN, O.: Chondromalacia posttraumatica patellae.
Acta chir. scand. 63, 149-186, 1928.
3. ANDERSEN, D., BAUMGARTL, F., GREMMEL, H.: Die Röntgen-
diagnostik des Femoropatellargelenkes und ihre klinische
Bedeutung.
Der Radiologe 1, 216-222, 1961.
4. AXHAUSEN, G.: Die umschriebenen Knorpel-Knochenläsionen
des Kniegelenks.
Berliner Klinische Wochenschrift 56, 265-269, 1919.
5. BANDI, W.: Chondromalacia patellae und femoropatellare
Arthrose.
Helv. chir. Acta, Suppl. 11, 1972.
6. BANDI, W.: Vorverlagerung der Tuberositas tibiae bei
Chondromalacia patellae und femoro-patellarer Arthrose.
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 175-186, 1976.
7. BANDI, W.: Die retropatellaren Kniegelenkschäden.
Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie 4, 1977.
8. BAUMGARTL, F.: Anatomische und klinische Bedeutung des
Femoropatellargelenkes.
Zentralblatt für Chirurgie 14, 505-516, 1966.
9. BENNINGHOFF, A.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Erster
Band.

10. BENNINGHOFF, A.: Form und Bau der Gelenkknorpel in ihren Beziehungen zur Funktion. Erste Mitteilung: Die modellierenden und formerhaltenden Faktoren des Knorpelreliefs. Zeitschrift f. d. ges. Anatomie, I. Abt. 76, 43-63, 1925.
11. BILLING, L.: Der Wert der Röntgenuntersuchung für die Diagnose der Chondromalacia patellae. Acta radiol. 23, 317-325, 1942.
12. BIRKNER, R.: Das typische Röntgenbild des Skeletts. Urban & Schwarzenberg, München - Wien - Baltimore, 507-517, 1977.
13. BLACKBURNE, J.S., PEEL, T.E.: A new method of measuring patellar height. J. of Bone and Joint Surg. 59-B, 241-242, 1977.
14. BLUMENSAAT, C.: Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. Ergebn. Chir. 31, 149-223, 1938.
15. BOON-ITT, S.B.: The normal position of the patella. Amer. J. of Roentgenology 24, 389-394, 1930.
16. BRATTSTRÖM, H.: Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. A clinical and x-ray anatomical investigation. Acta orthop. scand. Suppl. 68:1, 1964.
17. BRATTSTRÖM, H.: Patella alta in non-dislocating knee joints. Acta orthop. scand. 41, 578-588, 1970.
18. BÜDINGER, K.: Über Ablösung von Gelenkteilen und verwandte Prozesse. Dtsch. Z. Chir. 84, 311, 1906.

19. COTTA, H.; PUHL, W.: Pathophysiologie des Knorpel-schadens.
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 1-22, 1976.
20. FERGUSON, A.B.; BROWN, T.D.; FU, F.H.; RUTKOWSKI, R.:
Relief of patellofemoral contact stress by anterior
displacement of the tibial tubercle.
J. of Bone and Joint Surg. 61-A, 159-166, 1979.
21. FICAT, P.: Pathologie fémoro-patellaire.
Masson & Cie., 1970.
22. FICAT, P.; BIZOU, H.: Luxations récidivantes de la
rotule.
Rev. orthop. 53, 721, 1967.
23. FICAT, P.; FICAT, C.; BAILLEUX, A.: Syndrome d'hyper-
pression externe de la rotule.
Rev. chir. orthop. 61, 39-59, 1975.
24. FINESCHI, G.; FABBRICIANI, C.: Die Bedeutung der
Arthrographie für die Diagnostik des retropatellaren
Knorpelschadens.
Der retropatellare Knorpelschaden. Thieme-Verlag Stutt-
gart, 89-92, 1983.
25. FRICK, H.; LEONHARDT, H.; STARCK, D.: Taschenlehrbuch
der gesamten Anatomie, Bd. 1. Thieme-Verlag Stuttgart,
1977.
26. FRIEDRICH, E.; SCHUMPE, G.; NASSERI, D.: Vergleichende
statische Berechnungen am Kniegelenk bei der Ventrali-
sation der Tuberositas tibiae nach Bandi.
Z. Orthop. 111, 134-138, 1973.

27. FÜRMAIER, A.: Beitrag zur Mechanik der Patella und des Gesamtkniegelenkes.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 46, 78-90, 1953.
28. FÜRMAIER, A.; BREIT, .: Über die Röntgenologie des Femoro-Patellargelenkes mit besonderer Berücksichtigung der Diagnose der Chondropathia patellae.
Arch. orthop. Unfallchir. 45, 126-138, 1952.
29. GLÖCKLER, W.T.; LANGER, M.; SCHUMACHER, K.A.; MUTSCHLER, W.;
LANGER, R.: Nichtinvasive radiologische Diagnostik der Chondropathia patellae.
Unfallheilkunde 84, 194-199, 1981.
30. GÖRDES, W.; KAISSER, P.; SCHMIDT-RAMSIN, E.: Differenzierte operative Therapie der Chondropathia patellae - abhängig vom Grad ihrer Ausprägung - Nachuntersuchungsergebnisse.
Orthop. Praxis 16, 620-624, 1980.
31. GÖRDES, W.; KOLB, M.; Röntgenologische Bestimmung der Patellastellung am wachsenden Skelett.
Osteosynthese, Endoprothetik und Biomechanik der Gelenke, 213-233, Thieme-Verlag Stuttgart, 1980.
32. GOODFELLOW, J.W.; HUNGERFORD, D.; WOODS, G.C.; ZINDEL, M.: Chondromalacia patellae.
J. Bone a. Joint Surg. 56-B, 198, 1974.
33. GOYMANN, V.: Die Biomechanik des patellofemoralen Gleitweges.
Orthop. Praxis 16, 451-461, 1980.
34. GRUETER, H.: Untersuchungen zum Patellarhinterwandschaden.
Z. Orthop. 91, 486-501, 1959.

35. GUMPPENBERG VON, ST.; JAKOB, R.P.; ENGELHARDT, P.:
Beeinflußt der M. Osgood-Schlatter die Position der
Patella ?
Z. Orthop. 122, 798-802, 1984.
36. HAGLUND, P.: Die hintere Patellarkontusion.
Zbl. f. Chir. 53, 1757-1760, 1926.
37. HASSENPFUG, J.; HERTEL, F.: Das Röntgenbild des Knie-
scheibengleitweges bei Chondropathia patellae.
Orthop. Praxis 16, 502-506, 1980.
38. HEHNE, H.J.; SCHLAGETER, M.S.; HULTZSCH, W., RAU, W.S.:
Experimentelle patello-femorale Kontaktflächenmessungen.
1. Mitteilung: Neue Aspekte zur funktionellen Anatomie.
Z. Orthop. 119, 167-176, 1981.
39. HEIPERTZ, W.; MARONNA, U.: Ergebnisse der Entlastungs-
operation nach Maquet-Bandi bei Chondropathia patellae.
Z. Orthop. 113, 787-789, 1975.
40. HEJGAARD, N.; WATT-BOOLSEN, ST.: The effect of anterior
displacement of the tibial tuberosity in idiopathic
Chondromalacia patellae.
Acta orthop. scand. 53, 135-139, 1982.
41. HEPP, W.R.: Zur Bestimmung der Patellahöhe - eine ver-
gleichende Analyse von vier Methoden.
Z. Orthop. 119, 833-836, 1981.
42. HEPP, W.R.: Zur Bestimmung der Dysplasie des femoro-
patellaren Gelenks.
Z. Orthop. 120, 259-267, 1982.
43. HERTEL, E.: Die arthroskopische Diagnostik der Chondro-
pathia patellae.
Orthop. Praxis 16, 522-524, 1980.

44. HISS, E.; JÄGER, R.: Biomechanische Auswirkungen der Tuberositasvorverlagerung im Modellversuch.
Orthop. Praxis 16, 587-591, 1980.
45. HÖRTERER, H.; REISER, M.; HIPPEL, E.: Der retropatellare Knorpelschaden im Computertomogramm.
Der retropatellare Knorpelschaden, Thieme-Verlag Stuttgart, 93-95, 1983.
46. HUGHSTON, J.C.: Subluxation of the patella.
J. Bone and Joint Surg. 50-A, 1003-1026, 1968.
47. INSALL, J.; FALVO, K.A.; WISE, D.W.: Chondromalacia patellae.
J. Bone and Joint Surg. 58-A, 1-8, 1976.
48. INSALL, J.; GOLDBERG, V.; SALVATI, E.: Recurrent dislocation and the high-riding patella.
Clin. Orthop. and Research 88, 67-69, 1972.
49. INSALL, J.; SALVATI, E.: Patella position in the normal knee joint.
Radiology 101, 101-104, 1971.
50. JACOBSEN, K.; BERTHEUSSEN, K.: The vertical location of the patella.
Acta orthop. scand. 45, 436-445, 1974.
51. JANSSEN, G.: Fehlerquellen bei der Ausmessung der Standard-Röntgenbilder des Kniegelenkes.
Orthop. Praxis 15, 468-470, 1979.
52. JANSSEN, G.: Der Patella alta - Genu-recurvatum - Komplex.
Orthop. Praxis 16, 484-488, 1980.

53. JONASCH, E.: Kniegelenk und Unterschenkel: Ossifikation im Kniebereich.
Handbuch der medizinischen Radiologie IV/2, 639-640.
54. KARLSON, ST.: Chondromalacia patellae.
Acta chir. scand. 83, 347-381, 1939.
55. KAUFER, H.; ARBOR, A.: Mechanical function of the patella.
J. Bone and Joint Surg. 53-A, 1551-1560, 1971.
56. KLEMS, H.; IZADPANAH, M.: Operative Behandlung der Chondromalacia patellae nach Maquet/Bandi - Indikation, Technik, Ergebnisse.
Z. Orthop. 117, 96-101, 1979.
57. KNUTSSON, F.: Über die Röntgenologie des Femoropatellargelenks sowie eine gute Projektion für das Kniegelenk.
Acta radiologica 22, 371-376, 1941.
58. KÜSSWETTER, W.; STUHLER, TH.: Vergleichende Behandlungsergebnisse der Operationsmethoden nach Maquet-Bandi, Roux-Elmslie und Maquet-Blauth.
Orthop. Praxis 16, 609-612, 1980.
59. KUNITSCH, G.; MUHR, G.; OESTERN, H.J.: Röntgenuntersuchung des Knorpelschadens am Kniegelenk.
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 37-45, 1976.
60. LANCOURT, J.E.; CHRISTINI, J.A.: Patella alta and Patella infera.
J. Bone and Joint Surg. 57-A, 1112-1115, 1975.

61. LANGLOTZ, M.; ZOLLINGER, H.: Welchen Beitrag kann die Radiologie zur Diagnose der Chondropathia patellae leisten?
Orthop. Praxis 16, 497-501, 1980.
62. LANZ VON, T.; WACHSMUTH, K.: Praktische Anatomie, Bd. I, Teil 4: Bein und Statik.
Springer Verlag 1972.
63. LINGG, G.; HERING, L.: Computertomographie der Chondropathia patellae.
Fortschr. Röntgenstr. 139, 663-668, 1983.
64. MAQUET, P.: Biomechanics of the knee.
Springer Verlag 1976.
65. MAQUET, P.: Advancement of the tibial tuberosity.
Clinical Orthopaedics and Related Research 115, 225-230, 1976.
66. MARKS, K.E.; BENTLEY, G.: Patella alta and chondromalacia.
J. Bone and Joint Surg. 60-B, 71-73, 1978.
67. MAU, H.: Chondropathia patellae.
Z. Orthop. 118, 208-218, 1980.
68. NEBEL, G.; LINGG, G.: Sind die Formvarianten der Patella nach Wiberg Präarthrosen?
Radiologe 21, 101-103, 1981.
69. NORDGREN, B.; NORDESJÖ, L.O.; RAUSCHNING, W.: Isokinetic knee extension strength and pain before and after advancement osteotomy of the tibial tuberosity.
Arch. Orthop. Trauma Surg. 102, 95-101, 1983.

70. NÜVEMANN, M.; CONTZEN, H.: Die Hypoplasie der Tuberositas tibiae: Ein ausreichend häufiges Röntgenzeichen für das Vorliegen einer Chondropathia patellae?
Unfallheilkunde 84, 334-337, 1981.
71. OUTERBRIDGE, R.E.: The etiology of chondromalacia patellae.
J. Bone and Joint Surg. 43-B, 752-757, 1961.
72. OUTERBRIDGE, R.E.: Further studies on the etiology of chondromalacia patellae.
J. Bone and Joint Surg. 46-B, 179-190, 1964.
73. ØWRE, A.: Chondromalacia patellae.
Acta chir. scand., Suppl. 41, 1936.
74. PERRILD, C.; HEJGAARD, N.; ROSENKINT, A.: Chondromalacia patellae. A radiographic study of the femoropatellar joint.
Acta orthop. scand. 53, 131-134, 1982.
75. RAU, W.S.; HEHNE, H.-J.; REICHEL, A.: Der Stellenwert der Doppelkontrastarthrographie in der Behandlung der Chondromalacia patellae.
Orthop. Praxis 16, 507-510, 1980.
76. RAU, W.S.; KAUFFMANN, G.: Röntgendiagnostik des Knorpelschadens am Kniegelenk.
Radiologe 18, 451-458, 1978.
77. REFIOR, H.J.; HACKENBROCH, M.H.: Die Reaktion des hyalinen Gelenkknorpels unter Druck, Immobilisation und Distraction.
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 23-36, 1976.

78. REHN, J.; HIERHOLZER, C.; HALL, G.: Die Arthrose des Kniegelenks und ihre Beziehung zur Formvariante der Patella nach Wiberg.
Monatsschr. Unfallheilk. 73, 453-463, 1970.
79. ROGGAZ, J.: Schwierigkeiten in der klinischen Diagnostik der Chondropathie.
Orthop. Praxis 16, 495, 1980.
80. RÜTER, A.: Retropatellare Arthrose.
Hefte zur Unfallheilkunde 127, 137-155, 1976.
81. SCHILLER, K.; GÖRDES, W.: Messungen zur retropatellaren Flächenlastverteilung bei chondropathischen Defekten und ihre therapeutischen Konsequenzen.
Der retropatellare Knorpelschaden, Thieme-Verlag Stuttgart, 32-35, 1983.
82. SCHMIDT-RAMSIN, E.; PLITZ, W.; GÖRDES, W.; JÄGER, M.: Bestimmung des femoropatellaren Druckes und seiner Veränderung durch therapeutische Maßnahmen.
Orthop. Praxis 16, 582-586, 1980.
83. SCHUCHARDT, E.; MANN, M.: Diagnostik der Chondropathia patellae.
Orthop. Praxis 13, 312-314, 1977.
84. SCHUMACHER, J.: Zur Manifestation der Chondropathia patellae im Röntgen-Nativbild.
Fortschr. Röntgenstr. 131, 636-639, 1979.
85. SCHWARZENBACH, U.; BEYELER, J.; WEBER, A.: Früh-Ergebnisse der Operation nach Maquet-Bandi bei Chondropathia patellae.
Orthop. Praxis 14, 191-193, 1978.

86. SETTEGAST: nach R. JANKER, Röntgen-Aufnahmetechnik
1. Teil, 2. Aufl., J. A. Barth, Leipzig, 1951.
87. STRAUSS, J.: Formabweichung des Schienbeinkopfes bei
der Femoropatellararthrose.
Z. Orthop. 112, 716-718, 1974.
88. STUHLER, TH.; KÜSSWETTER, W.: Der Wert radiologischer
Untersuchungsverfahren zur Diagnostik des retropatel-
laren Knorpelschadens.
Der retropatellare Knorpelschaden, Thieme-Verlag Stutt-
gart, 107-111, 1983.
89. VILLINGER, K.J.: Zur Patella-Chondropathie.
Chirurg 47, 547-554, 1976.
90. VILLINGER, K.J.; WEIBEL, K.: Positive Kontrastarthro-
graphie in der Diagnostik der Patellachondropathie.
Röntgenpraxis 31, 151-161, 1978.
91. WAHLERS, B.: Zur Röntgendiagnostik retropatellarer
Erkrankungen.
Röntgen-Bl. 32, 447-453, 1979.
92. WERHAHN, C.; BOLLACK, H.: Ergebnisse der Operation nach
Bandi.
Orthop. Praxis 16, 613-614, 1980.
93. WIBERG, G.: Roentgenographic and anatomic studies on the
femoropatellar joint with special reference to chondro-
malacia patellae.
Acta orthop. scand. 12, 319-410, 1941.
94. WILES, P.; ANDREWS, P.S.; DEVAS, M.B.: Chondromalacia
of the patella.
J. Bone and Joint Surg. 38-B, 95-113, 1956.

L e b e n s l a u f

Name: Gertrud Mader
geboren: 1.3.1956 in Murnau/Obb.
Eltern: Rudolf Mader, Facharbeiter im
Gitarrenbau
Maria Mader, geb. Hausner
Wohnort: von 1956 bis 1976 wohnhaft in Ohlstadt,
seit 1976 wohnhaft in München
Staatsangehörigkeit: deutsch

Ausbildung:

Sept.'62-Juli'67: Besuch der Volksschule Ohlstadt
Sept.'67-Mai'76: Besuch des St.-Irmengard-Gymnasiums
der Armen Schulschwestern in Garmisch-
Partenkirchen
sozialwissenschaftlicher Zweig
Mai '76: Erlangung der Allgemeinen Hochschul-
reife
Nov.'76-Okt.'83: Studium der Humanmedizin an der Ludwig-
Maximilians-Universität in München
Okt. '83: Abschluß des Studiums mit dem 3. Ab-
schnitt der Ärztlichen Prüfung
Erlangung der Approbation
Nov.'83-Sept.'84: Tätigkeit auf dem Gebiet der medizi-
nischen Statistik
seit Okt. '84: Mitarbeit in einer Einrichtung für
ambulante Krankenpflege

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Gördes, der mir das Thema zur Verfügung gestellt und mich während meiner Arbeit zu jeder Zeit hilfreich unterstützt und beraten hat.

Außerdem möchte ich mich bedanken

- bei den Mitarbeitern der radiologischen Abteilungen des Bundeswehrkrankenhauses und des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder in München für die Überlassung der Röntgenbilder,
- und bei Frau M. Morawitz und Frau V. Mader für ihre Hilfe beim Tippen und Korrigieren des Manuskripts.

